



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 01 M 3/02

87 EP 0 543 423 B1

10 DE 692 14 774 T 2

- |    |   |              |
|----|---|--------------|
| 21 | Deutsches Aktenzeichen:                               | 692 14 774.8 |
| 86 | Europäisches Aktenzeichen:                            | 92 119 901.4 |
| 86 | Europäischer Anmeldetag:                              | 23. 11. 92   |
| 87 | Erstveröffentlichung durch das EPA:                   | 26. 5. 93    |
| 87 | Veröffentlichungstag<br>der Patenterteilung beim EPA: | 23. 10. 96   |
| 47 | Veröffentlichungstag im Patentblatt:                  | 20. 2. 97    |

30 Unionspriorität: 32 33 31  
22.11.91 JP 332781/91 16.03.92 JP 89297/92

73 Patentinhaber:  
Yamaha Hatsudoki K.K., Iwata, Shizuoka, JP

74 Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR

72 Erfinder:  
Hiroyuki, Kidera, c/o Yamaha Hatsudoki K.K.,  
Iwata-Shi, Shizuoka-Ken 438, JP; Toru, Izumi, c/o  
Yamaha Hatsudoki K.K., Iwata-Shi, Shizuoka-Ken  
438, JP

54 Schmierölaufuhrsystem für eine Brennkraftmaschine

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 14 774 T 2

DE 692 14 774 T 2

### Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Schmiersystem und ein Schmierverfahren für eine Brennkraftmaschine nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 14.

Es sind verschiedene Systeme für die Schmierung von Brennkraftmaschinen vorgeschlagen worden, und es sind Vorschläge gemacht worden, einem Zweitaktmotor für seinen Betrieb Schmiermittel zuzuführen. Es ist dabei wünschenswert, in der Lage zu sein, die der Zweitaktbrennmaschine zugeführte Schmiermittelmenge genau zu steuern, da, wie allgemein bekannt ist, jegliches Schmiermittel, das nicht für die Schmierung des Motors verwandt wird, sich aus dem Abgas absondern wird und Probleme bei der Steuerung der Emission verursachen und auch unerwünschten Abgasrauch erzeugen kann.

Es ist vorgeschlagen worden, eine Pumpe zum Fördern des Schmiermittels zu dem Motor einzusetzen, welche Pumpe in zeitlichen abgestimmten Sequenzen mit der Motor-Abtriebswelle angetrieben wird. Diese Pumpen sind im allgemeinen Hubkolbenpumpen und fördern eine begrenzte Menge an Schmiermittel während jedes Pumpenhubes. Um die von derartigen Pumpen gelieferte Schmiermittelmenge zu steuern, sind verschiedene Einrichtungen eingebaut worden zur Steuerung des Hubes der Pumpe während ihres Betriebs. Allerdings verteuern diese Arten der Schmiermittelfluß-Steuerungen die Schmiermittelpumpe und diese sind darüber hinaus in vielen Fällen nicht vollständig in der Lage, eine genaue Steuerung des Schmiermittels unter allen Betriebszuständen sicherzustellen.

Es ist daher eine Steuerungsart vorgeschlagen worden, welche es der Pumpe ermöglicht, während jedes Hubes eine volle Menge

an Schmiermittel zu pumpen, worin aber das Schmiermittel selektiv entweder dem Motor oder umleitend in den Tank über ein von einem Elektromagneten betätigtes Zweiwegeventil gefördert wird. Die tatsächlich dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge wird gesteuert durch Variieren des Leistungsverhältnisses des Ventils. Das Leistungsverhältnis ist definiert als die Zeit, in welcher die Pumpe Schmiermittel fördert geteilt durch die gesamte Betriebszeit der Pumpe. Eine derartige Einrichtung ist in der gleichzeitig anhängigen Anmeldung mit dem Titel "Lubricatin Oil Supplying System for Two Cycle Engine", Serien-Nr. 07/862,984, die am 7. April 1992 im Namen von Yoshinobu Yashiro angemeldet und dem Inhaber dieser Anmeldung übertragen wurde. Diese Erfindung betrifft eine Verbesserung in dem Typ der Einrichtung und insbesondere verbesserte Steuerrouinen zur Steuerung des Arbeitszyklusses und der Zeit der Pumpenförderung, um die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge zu steuern.

Fig. 1 ist eine zeichnerische Ansicht, welche ebenfalls in der obengenannten gleichzeitig anhängigen Anmeldung erscheint und welche eines der Probleme des bekannten Vorrichtungstyps darstellt, in dem der Kolbenhub der Schmiermittelpumpe entsprechend der Motorgeschwindigkeit und der Position der Beschleunigungseinrichtung variiert wird. Die Kurve "a" zeigt die Art, in welcher der Hub der Pumpe in Abhängigkeit zu Motorgeschwindigkeitsänderungen geändert wird, während die Kurve "b" den aktuellen Förderausgang der Pumpe darstellt. Falls allerdings die Beschleunigungseinrichtung des Motors rasch geöffnet wird, ergibt sich die Kurve "c", welche einen spürbaren Anstieg der Schmiermittelmenge wiedergibt, bevor die Motorgeschwindigkeit sich tatsächlich erhöht hat. Dies führt zu einem Überschuß an Schmiermittel, was zumindest zu überschüssigen Kohlenwasserstoffen in dem Abgas und maximal zur zusätzlichen Raucherzeugung in dem Abgas führt.

Wie oben bereits diskutiert, stellt die obengenannte Anmeldung eine Einrichtung zur Verfügung, in welcher der Pumpenausgang

gesteuert wird durch Variieren des Arbeitszyklusses des den Durchfluß steuernden Ventils, um eine akkuratere Steuerung der zugeführten Schmiermittelmenge zu erzielen. Es ist allerdings wichtig sicherzustellen, daß die dem Motor tatsächlich zugeführte Schmiermittelmenge genau gesteuert wird, so daß kein überschüssiges Schmiermittel zugeführt und somit auch ausreichend Schmiermittel zugeführt wird.

Aus dem Dokument JP-3-108 651, welches eines der Prioritätsdokumente der EP-A-0 508 486 ist, ist ein Schmiersystem für einen Motor bekannt, welches das Leistungsverhältnis und den Arbeitstakt derart steuert, daß auch die Förderperiode in Abhängigkeit von Motorbetriebszuständen variiert wird.

Ein Schmiersystem und ein Schmierverfahren für eine Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 14 sind bereits aus dem Dokument JP-U-2-139307 bekannt, welches ein Schmiersystem offenbart, das ein elektromagnetisches Steuerventil verwendet, in dem das Leistungsverhältnis dieses Elektromagnetventils variiert wird, um die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge in Abhängigkeit von den Motorbetriebszuständen zu steuern.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Schmiersystem sowie ein Schmierverfahren für eine Brennkraftmaschine anzugeben, in welchen die Anordnung für die Schmierung eines Motors sowie ein Verfahren zur Steuerung der dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge verbessert sind.

Ein spezielles Problem bei der Steuerung des Schmiermittels sind, wie oben bereits angegeben, die Übergangszustände. Das bedeutet, wenn der Motor mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit mit einer vorgegebenen Last läuft, ist es möglich, seine Schmierungsbedürfnisse genau festzulegen und die geeignete Schmiermittelmenge zuzuführen. Wenn allerdings die Motorgeschwindigkeit nach der Festlegung der Fördermenge für das

Schmiermittel geändert wird, kann die Menge des zugeführten Schmiermittels ungenau sein.

Der Erfindung liegt daher des weiteren die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Schmiersystem und ein Verfahren zur Steuerung der dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge anzugeben, welche sich an Übergangszustände anpassen.

Im Zusammenhang mit der Steuerung des einem Motor zugeführten Kraftstoffs durch Verwenden eines obengenannten Zweiwegeventils ist zu bemerken, daß der Fluß des Schmiermittels während der Zeit, zu welcher das Ventil zwischen seinen Positionen geschaltet ist, nicht so groß ist, wie wenn das Ventil sich in seiner vollständig geöffneten Position befindet, das bedeutet, der Fluß folgt nicht einer quadratischen Linienform, sondern weist eher während der Öffnungs- und Schließphase eine gebogene Förderform auf. Das hat zur Folge, daß sich die Förderung des Schmiermittels nicht vollständig linear mit dem Arbeitszyklus des Elektromagnetventils ändert. Dies kann zu einem Ansteigen der Variationen der Schmiermittelmenge führen, die für einen bestimmten Zustand zugeführt wird.

Der Erfindung liegt daher auch noch die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Schmiermittelfördersystem und ein Verfahren zur Steuerung des Schmiermittelflusses anzugeben, in denen die Änderungen des Flusses in Abhängigkeit zu Änderungen der Charakteristika minimiert sind.

Die Variationen des zugeführten Schmiermittels können minimiert werden, falls die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge primär durch Verlängern der Zeitspanne gesteuert wird, zu der sich das Ventil in seiner Kraftstoffförderstellung befindet, als die Frequenz des Öffnens des Ventils anzuheben. Falls allerdings die Zeit der Schmiermittelförderung die einzige Variable ist, die bei der Steuerung der Schmiermittelmenge verwandt wird, kann das System nicht ausreichend genug auf Übergangsbedingungen ansprechen.

Es ist daher ferner eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Schmiermittelfördersystem für einen Motor anzugeben, welches die aufgrund des Betriebs des Ventiles auftretenden Variationen minimiert, welches aber auch rasch ansprechen kann, wenn es erwünscht ist.

In Verbindung mit der Förderung von Schmiermittel an einen Motor ist zu bemerken, daß es möglich ist, eine dreidimensionale Karte anzufertigen, die die tatsächliche Schmiermittelförderung eines Motors für jeden Geschwindigkeitszustand und jeden Lastzustand darstellt. Falls eine derartige Karte für die Steuerstrategie des Schmiermittels verwandt wird, kann eine äußerst genaue Schmiermittelsteuerung erreicht werden. Falls allerdings Versuche unternommen werden, die Schmiermittelförderung ausschließlich durch Steuern der dem Motor während jedes Zyklusses des Betriebs der Pumpe zugeführten Schmiermittelmenge zu steuern, wird dieses System extrem kompliziert, und es ist mit derartigen Systemen nicht möglich, das geeignete Schmiermittel unter allen Betriebszuständen zuzuführen.

Es liegt daher der Erfindung ferner die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Steuerung der dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge sowie ein Verfahren dafür anzugeben, welche eine Karte verwenden, wobei die Karte so ausgelegt ist, daß sie die akkurate Steuerung des gesamten dem Motor unter allen Betriebsbedingungen zugeführten Schmiermittels mit einer relativ einfachen Steuerstrategie ermöglicht.

Die oben angegebene prinzipielle Aufgabe wird gelöst durch ein Schmiersystem sowie ein Schmierverfahren für eine Brennkraftmaschine nach den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 14.

Ein erstes Merkmal der Erfindung ist dazu geeignet, in einem Schmiersystem für eine Brennkraftmaschine angewandt zu werden, mit einer Schmiermittelpumpe und Schmiermittelsteuereinrich-

tungen zur Steuerung der von der Schmiermittelpumpe dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge. Dabei erfassen Sensoreinrichtungen einen Betriebszustand des Motors. Es sind des weiteren Einrichtungen vorgesehen zum Initiieren der Förderung einer Schmiermittelmenge durch die Schmiermittelsteuereinrichtungen, welche festgelegt wird in Abhängigkeit von dem erfaßten Betriebszustand des Motors, welcher von der Sensoreinrichtung erfaßt wurde. Ferner sind Einrichtungen vorgesehen zur Änderung des Zustands der Förderung des Schmiermittels von den Schmiermittelsteuereinrichtungen in Abhängigkeit von Motorzustandserfordernissen, wie sie von der Sensoreinrichtung erfaßt worden sind, nachdem die Schmiermittelförderung begonnen hat.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist dazu ausgelegt, in einem Schmiersystem für eine Brennkraftmaschine eingesetzt zu werden, welche eine Schmiermittelpumpe und Schmiersteuereinrichtungen umfaßt zur Steuerung der von der Schmiermittelpumpe dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge. Die Schmiermittelsteuereinrichtungen sind so einsetzbar, daß sie die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge durch selektives Fördern des Schmiermittels an den Motor oder durch Umleiten des Schmiermittels zurück in einen Rücklauf steuern. Gemäß diesem Merkmal der Erfindung wird die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge variiert durch Variieren des Arbeitszyklusses der Steuerung und auch der Zeitdauer, zu der die Steuerung Schmiermittel zuführt.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist dazu ausgelegt, um in einem Schmiersystem für eine Brennkraftmaschine mit einer Schmiermittelpumpe Anwendung zu finden. Dabei sind Schmiermittelsteuereinrichtungen vorhanden zur Steuerung der durch die Schmiermittelpumpe dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge durch Variieren eines Arbeitszyklusses der Förderung des Schmiermittels. Weiterhin sind Einrichtungen vorhanden zum Erfassen eines Motorbetriebszustandes. Die Förderzeit für das Schmiermittel durch die Steuereinrichtungen wird so festge-

legt, daß sie bei einer Reihe von Motorbetriebszuständen länger ist, als bei den übrigen Motorbetriebszuständen.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist auch dazu geeignet, um in einem Schmiersystem für eine Brennkraftmaschine mit einer Schmiermittelpumpe verwandt zu werden. Gemäß diesem Merkmal der Erfindung ist die Schmiermittelpumpe eine Verdrängerpumpe, die im zeitlich abgestimmten Verhältnis mit dem Motor angetrieben ist. Es sind Schmiermittelsteuereinrichtungen vorgesehen zur Steuerung der von der Schmiermittelpumpe dem Motor zugeführten Schmiermittelmengen. Ferner sind Einrichtungen vorhanden zum Erfassen eines Betriebszustandes des Motors. Die Schmiermittelsteuereinrichtungen sind ausgestattet mit einer internen Karte, die die Schmiermittelmengen angibt, die von den Steuereinrichtungen während einer gegebenen Zeitperiode in Abhängigkeit von dem erfaßten Motorbetriebszustand zuzuführen ist. Diese Karte weist einen Bereich auf, der flach ist, so daß die durch die Steuereinrichtungen während dieses flachen Abschnitts zuzuführende Schmiermittelmengen gleich ist, selbst wenn der Zustand sich ändert.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist dazu ausgelegt, bei einem Verfahren zur Steuerung der einer Brennkraftmaschine von einem Schmiersystem zugeführten Schmiermittelmengen Anwendung zu finden, wobei das Schmiersystem eine Schmiermittelpumpe aufweist. Es wird dabei ein Betriebszustand des Motors erfaßt und der Beginn der Förderung einer Schmiermittelmengen durch die Schmiermittelsteuereinrichtungen in Abhängigkeit von dem erfaßten Zustand des Motors, der vor dem Beginn der Schmiermittelförderung erfaßt wurde, initiiert. Die Förderung von Schmiermittel durch die Steuereinrichtungen wird unterbrochen, wenn die für den einen Betriebszustand, der nach der Inbetriebsetzung der Förderperiode erfaßt wurde, Förderung der Schmiermittelmengen abgeschlossen ist.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist dazu ausgelegt, bei einem Verfahren zur Steuerung der einer Brennkraftmaschine von



einem Schmiersystem, welches eine Schmiermittelpumpe und eine Schmiermittelsteuerung enthält, zugeführten Schmiermittelmenge, wobei die Schmiermittelsteuerung es selektiv ermöglicht, daß der Schmiermittelfluß von der Schmiermittelpumpe zu dem Motor gefördert oder das Schmiermittel umleitend in einen Rücklauf rückgeführt wird. In Übereinstimmung mit diesem Merkmal der Erfindung wird der Betriebszustand des Motors erfaßt, und es wird die zugeführte Schmiermittelmenge gesteuert durch Ändern sowohl des Arbeitszyklusses der Steuerung als auch der Zeitperiode während jedes Arbeitszyklusses, wenn sich die Steuerung in ihrer Schmiermittelförderposition befindet.

Ein zusätzliches Merkmal der Erfindung ist auch dazu ausgelegt, bei einem Verfahren zur Steuerung der von einem eine Schmiermittelpumpe enthaltenden Schmiersystem einem Motor zugeführten Schmiermittelmenge angewandt zu werden. Dabei sind Schmiermittelsteuereinrichtungen vorgesehen zur Steuerung der von der Schmiermittelpumpe dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge durch Variieren des Arbeitszyklusses und der Schmiermittelförderung. Dabei wird ein Betriebszustand des Motors erfaßt, und es wird während eines Bereichs des Betriebszustands die Förderperiode für das Schmiermittel länger ausgelegt, als während des anderen Betriebszustands des Motors.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist dazu ausgelegt, auch in einem Verfahren zur Steuerung der von einem eine Schmiermittelpumpe enthaltenden Schmiersystem einem Motor zugeführten Schmiermittelmenge angewandt zu werden. Dabei wird ein Betriebszustand des Motors erfaßt, und es wird dem Motor eine Schmiermittelmenge zugeführt in Abhängigkeit von dem Betriebszustand und in Abhängigkeit von einer im voraus programmierten Karte. Diese Karte ist derart vorprogrammiert, daß sie einen flachen Bereich enthält, in welchem die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge konstant ist, selbst wenn sich der Betriebszustand ändert.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Fig. 1 ist eine zeichnerische Ansicht zur Darstellung der Konstruktion nach dem Stand der Technik und des Verhältnisses zwischen der Schmiermittelförderung und der Sollmenge in Relation zur Motorgeschwindigkeit.
- Fig. 2 ist eine schematische, teilweise geschnittene Ansicht zur Darstellung des erfindungsgemäßen Schmiermittelfördersystems.
- Fig. 3 ist ein Blockdiagramm des Schmiermittelförder- und des Schmiermittelsteuersystems gemäß dieser Ausführungsform.
- Fig. 4 ist eine Karte, die den Arbeitszyklus in Relation zur Motorgeschwindigkeit und zur Drosselöffnung oder Last gemäß dieser Ausführungsform zeigt.
- Fig. 5 ist eine zeichnerische Ansicht von einer Karte, die die aktuelle, geförderte Schmiermittelmenge in Abhängigkeit von der Motorgeschwindigkeit und der Drosselöffnung und/oder der Last zeigt.
- Fig. 6 ist eine zeichnerische Ansicht zur Darstellung der Betätigung des Elektromagnetsteuerventils und der Flußmenge durch das Ventil während eines Betriebszustands des Motors.
- Fig. 7 ist eine zeichnerische Ansicht, die teilweise der Fig. 6 ähnlich ist, zur Darstellung der Charakteristika während eines anderen Betriebszustandes des Motors.
- Fig. 8 ist ein Blockdiagramm, das die Steueroutine zeigt.

- Fig. 9 ist ein Blockdiagramm, das einen Abschnitt der Steuererroutine zeigt, mit welchem die Förderzeitperiode ausgewählt wird.
- Fig. 10 ist eine zeichnerische Ansicht zur Darstellung des Schmiermittelbedarfs des Motors in Relation zu der Zeit während eines Zustands, zu dem der Motor im Leerlauf gehalten wird, allmählich bis zur vollständig geöffneten Drossel beschleunigt wird, bei der vollständig geöffneten Drossel für eine Zeitperiode gehalten wird und anschließend etwas rascher abgebremst wird als beschleunigt, um wieder zum Leerlaufzustand zurückzukehren.
- Fig. 11 ist eine zeichnerische Ansicht mit der gleichen Zeitachse, die den Ausstoß der Schmiermittelpumpe zeigt.
- Fig. 12 ist eine zeichnerische Ansicht mit der gleichen Zeitachse, die den Arbeitszyklus des Elektromagnetventils des Schmiermittelsteuersystems zeigt.
- Fig. 13 ist eine zeichnerische Ansicht mit der gleichen Zeitachse, die die tatsächlich dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge darstellt.
- Fig. 14 ist eine zeichnerische Ansicht zur Darstellung der dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge und der während der gleichen Zeitperiode tatsächlich verbrauchten Schmiermittelmenge.
- Fig. 15 ist eine zeichnerische Ansicht zur Darstellung der Restmenge des Schmiermittels in dem Motor.
- Fig. 16 ist eine Karte, die teilweise der Fig. 4 ähnlich ist, die im Zusammenhang mit einer anderen Art der Steuerstrategie verwendet wird.

Fig. 17 ist eine graphische Ansicht zur Darstellung der gemäß der Karte von Fig. 16 zugeführten Kraftstoffmenge.

Fig. 18 ist ein Blockdiagramm, das darstellt, wie der Arbeitszyklus gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung festgelegt wird, wobei dieses Blockdiagramm teilweise demjenigen von Fig. 7 gleich ist.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung

Unter detaillierter Bezugnahme auf die Zeichnungen und zu Beginn auf die Fig. 2 und 3 ist zu sehen, daß eine Brennkraftmaschine in Blockform dargestellt und mit dem Bezugszeichen 21 versehen ist und eine bekannte Brennkraftmaschine sein kann. Die Erfindung ist allerdings von besonderem Nutzen in Verbindung mit Zweitaktbrennkraftmaschinen mit Kurbelgehäuseverdichtung und der Motor 21 ist bevorzugt ein derartiger. Ein Schmiersystem, das allgemein mit dem Bezugszeichen 22 versehen ist, ist vorgesehen für die Zuführung von Schmiermittel aus einem Schmiermitteltank 23 zu dem Motor 21 für dessen Schmierung.

Das Schmiersystem 22 enthält eine motorgetriebene Pumpe 24, welche von einer bekannten Art sein kann, welche aber gemäß einem Merkmal der Erfindung eine Verdrängerpumpe mit hin- und hergehendem Kolben ist, die im zeitlich abgestimmten Verhältnis mit dem Motor 21 angetrieben wird. Diese Pumpe 24 wird daher zu jeder Zeit, zu der der Kolben über einen gesamten Zyklus betätigt wird, eine feste Schmiermittelmenge ausgeben. Da die Pumpe 24 von dem Motor 21 im zeitlich abgestimmten Verhältnis angetrieben wird, wird eine einzelne Rotation der Abtriebswelle des Motors 21 eine feste Anzahl von Zyklen oder Abschnitten von Zyklen der Pumpe 24 sicherstellen, und der ge-

samte Ausstoß der Pumpe 24 innerhalb einer gegebenen Zeiteinheit wird abhängig sein sowohl von der Drehgeschwindigkeit des Motors 21 als auch von der Verdrängung pro Zyklus der Pumpe. Dies ist wichtig, was im folgenden klar werden wird, in Verbindung mit einem Merkmal der Steuerstrategie.

Es fließt Schmiermittel aus dem Schmiermitteltank 23 über eine Versorgungsleitung 25 zu der Pumpe 24 und wird von der Pumpe 24 durch eine Leitung 26 einem von einem Elektromagnet betätigten Steuerventil zugeführt, welches allgemein mit der Bezugszahl 27 versehen ist. Das von dem Elektromagneten betätigte Steuerventil 27 ist derart betreibbar, daß es entweder Schmiermittel durch eine Leitung 28 dem Motor 21 für dessen Schmierung zuführt oder das Schmiermittel dem Schmiermitteltank 23 über eine Rücklaufleitung 29 zugeführt wird. Die Art und Weise, in welcher das Schmiermittel dem Motor 21 zugeführt wird kann jede der bekannten Arten sein. Das bedeutet, das Schmiermittel kann dem Motor 21 durch dessen Einlaßsystem und/oder durch Direktschmierung der zu schmierenden verschiedenen Bauteile des Motors zugeführt werden. Wie es für Zweitaktmotoren typisch ist, wird, falls jegliches überschüssiges Schmiermittel dem Motor 21 zugeführt wird, dieses nicht in den Tank 23 rückgeführt werden, sondern wird aus dem Abgas des Motors 21 ausfallen. Aus diesem Grund ist es wichtig sicherzustellen, daß der Motor 21 nur mit der Schmiermittelmenge versorgt wird, die für dessen Schmierung notwendig ist. Ein Schmiermittelüberschuß wird Abgasemissionsprobleme hervorrufen und/oder Abgasrauch erzeugen, wohingegen eine nicht ausreichende Schmierung Beschädigungen an dem Motor 21 hervorrufen können.

Das von dem Elektromagneten betätigte Schmiermittelsteuerventil 27 enthält eine Gehäuseanordnung 31, die eine Einlaßpassung 32 aufweist, welche von der Leitung 26 Schmiermittel empfängt und dieses zu einer inneren Kammer 33 zuführt, in welcher ein Steuerventilelement 34 für eine Hin- und Herbewegung gelagert ist. Dieses Steuerventilelement 34 wird von ei-

ner Schraubendruckfeder 35 in einem normalerweise offenen Förderzustand gehalten, in dem Schmiermittel aus der Kammer 33 durch Öffnungen 36 in dem Ventil 34 zu einer Förderleitung 37 fließen kann, welche mit der Leitung 28 für die Zuführung von Schmiermittel an den Motor 21 kommuniziert.

In dieser Förderstellung schließt das Steuerventilelement 34 einen ebenfalls in dem Gehäuse 31 ausgebildeten Rückführkanal 38, der mit der Rücklaufleitung 29 kommuniziert. Eine Elektromagnetwicklung 39 ist in der Gehäuseanordnung 31 angeordnet und kooperiert mit dem Ventilelement 34, welche wie ein Anker wirkt und welche, wenn sie erregt ist, das Ventilelement 34 aus der in Fig. 2 gezeigten Position in eine Position ziehen wird, in der der Förderkanal 37 geschlossen und der Rücklaufkanal 38 geöffnet wird. Unter dieser Bedingung wird Schmiermittel über die Rücklaufleitung 29 dem Schmiermitteltank 23 rückgeführt.

Das Verhältnis von der Zeit, zu der das Ventilelement sich in der in Fig. 2 gezeigten Förderstellung befindet, zu der gesamten Zeit eines gegebenen Zyklusses (geöffnet und geschlossen) wird als Leistungsverhältnis bezeichnet. Ein Leistungsverhältnis von einhundert Prozent würde ein Zustand sein, in dem das Steuerventilelement 34 während eines Betriebszyklusses immer geöffnet war.

Die Betätigung der Elektromagnetwicklung 39 wird mittels einer Steuereinheit gesteuert, welche allgemein mit der Bezugsziffer 41 bezeichnet ist und innere Komponenten aufweist, die im Zusammenhang mit der Fig. 3 beschrieben werden. Diese Steuereinheit 41 empfängt Eingangssignale, die gewisse Motorbetriebszustände widerspiegeln. In der dargestellten Ausführungsform sind diese Zustände die Motorgeschwindigkeit, die als ein Ausgangssignal, welches mit dem Buchstaben "r" bezeichnet wird, von einer Zündschaltung 42 des Motors 21 erfaßt wird, wobei der Motor 21 mittels einer Zündkerze gezündet wird. Zusätzlich wird ein Last- oder Drosselventilstellungs-Signal "T" der

Steuereinheit 41 von einem Drosselventilpositionssensor 43 zu-  
geführt, welcher die Position des Drosselventils des Motors 21  
erfaßt.

Die Steuereinheit 41 schließt einen Schaltkreis zu der Wick-  
lung 39 von einer Batterie 44 über einen Hauptschalter 45.  
Grundsätzlich ist der Schaltkreis derart ausgelegt, daß, wenn  
der Hauptschalter 45 geschlossen ist, eine Schalteinrichtung,  
wie z.B. ein Thyristor (SCR), in ihrem "AUS"-Zustand gehalten  
wird, um die Wicklung 39 abzuregen und um das Elektromagnet-  
steuerventil 27 in seiner Förderstellung für das Schmiermittel  
zu belassen, was in Fig. 1 gezeigt ist. Wenn allerdings die  
Steuereinheit ihren Zustand ändert, wird der Thyristor schal-  
ten und die Wicklung wird erregt werden, um eine Rückleitung  
des Schmiermittels zurück in den Tank 23 durch den Rücklaufka-  
nal 38 und durch die Rücklaufleitung 39 zu bewirken.

Es wird nun primär detailliert auf die Fig. 3 Bezug genommen,  
in der die Steuereinheit 41 eine Anzahl von Bauteilen enthält  
einschließlich einer internen Karte 46, welche abgelegt werden  
kann in einer Einrichtung wie z.B. einem ROM und welche in ei-  
ner Ausführungsform die in Fig. 4 gezeigt Konfiguration auf-  
weist. Diese Karte ist eingerichtet worden, um den Arbeits-  
zyklus des Elektromagnetsteuerventils 27 festzulegen und somit  
ein gewünschtes Schmiermittel für den Motor zur Verfügung zu  
stellen, was in Fig. 5 gezeigt ist. Die Karten der Fig. 4 und  
5 sind festgelegt worden durch tatsächliche Messungen an dem  
Motor 21 bezüglich seines Schmiermittelbedarfs unter allen  
Geschwindigkeits- und Drosseleinstellungen.

Es werden, wie bereits oben ausgeführt, der Steuereinheit 41  
von dem Drosselventilstellungssensor 43 und von dem Zünd-  
schaltkreis 42 Daten eingegeben. Der Zündschaltkreis 22 gibt  
sein Signal einer Geschwindigkeitsrecheneinheit 47 der Steuer-  
einheit 41 aus, welche die Impulse des Zündschaltkreises in  
ein Geschwindigkeitsdaten-Signal umwandelt. Diese Daten werden  
wiederum einem Rechner 48 für die Schmiermittelfördermenge und

einem Rechner 49 für die Verbrauchsmenge zugeführt, die beide auch noch Daten aus der Karte 46 erhalten. Die Signale werden verarbeitet und anschließend einem Unterbrechertreiber 51 übermittelt, der den oben aufgeführten Thyristor steuert, um die Elektromagnetwicklung 39 des Steuerventils 27 zwischen ihrer erregten Sperrposition und ihrer abgeregten Fließposition über einen Halteschaltkreis 50 zu schalten.

Die Steuereinheit 41 enthält auch einen Timer 52, der während fester Zeitintervalle läuft und rücksetzt und der sein Signal den Rechnern 48 und 49 ausgibt, um die notwendigen Zeitsignale zur Verfügung zu stellen. Es ist zu bemerken, daß zusätzlich das Schmiermittel während der Zeit dem Motor zugeführt wird, zu der die Unterbrechungseinrichtung 51 das Steuerventil in seiner Fließposition hält, und anschließend die Förderung abschaltet, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Die Differenz zwischen der zugeführten Schmiermittelmenge und der verbrauchten Schmiermittelmenge wird verarbeitet in einem Restmengenrechner 53, um eine Steuerung des Schmiermittels zur Verfügung zu stellen.

Grundsätzlich arbeitet die Strategie gemäß einer Prozedur, in der der Betriebszustand des Motors unmittelbar vor dem Ausschalten des Elektromagneten 39 und der Einleitung der Förderung des Schmiermittels durch das Steuerventil 27 erfaßt. Es wird dann mit der Förderung des Schmiermittels begonnen und ein festes Zeitintervall wird festgelegt für den Unterbrechungstreiber 51, um den Elektromagneten 39 nach der Zeitperiode erneut einzuschalten, zu der die berechnete Schmiermittelmenge gefördert worden ist. Allerdings überwacht das System kontinuierlich den Motorbetriebszustand, und es wird, falls der Betriebszustand sich ändert, die Unterbrechungseinrichtung 51 geschaltet, um den Elektromagneten 39 zurück auf "EIN" zu setzen, wenn die tatsächlich notwendige Schmiermittelmenge zugeführt worden ist. Die Berechnungseinrichtung 53 für die Restmenge wird in einer später deutlich werdenden Art und



Weise verwandt, um das System kontinuierlich zu überwachen und sicherzustellen, daß die für den aktuellen Betriebszustand notwendige minimale Schmiermittelmenge zugeführt wird, um Kohlenwasserstoffemissionen und Rauch im Abgas des Motors zu verhindern.

In einer bevorzugten Ausführungsform gibt ein Timer 52 dem Unterbrechungstreiber-Schaltkreis 51 ein Steuersignal mit einer Zeit von z.B. 80 Millisekunden aus. Der Unterbrechungstreiber zählt die Anzahl derartiger Zeitsignale, um das notwendige Schmiermittel zu fördern. Falls z.B. der Motor im Leerlauf betrieben und festgestellt wird, daß die notwendige Förderperiode für das Schmieröl 960 Millisekunden beträgt, wird ein Festsetzungswert von 12 in die Unterbrechungseinrichtung eingegeben, so daß die Zeit, zu der das Steuerventil 27 Schmiermittel fördert, die Periode von 960 Millisekunden betragen wird.

Wie es eigentlich offensichtlich ist, wird die dem Motor zugeführte Schmiermittelmenge lediglich von dem Leistungsverhältnis des Steuerventils 27 abhängig sein, aber auch von der gesamten Zeit, zu der sich das Steuerventil 27 in seiner Durchlaßposition für die Förderung befindet. Die Steuerstrategie ist dabei so ausgelegt, daß die akkurate Steuerung nicht nur durch Variieren des Leistungsverhältnisses, sondern auch durch die Zeit  $T$  gegeben ist, zu der sich das Steuerventil in seiner Fließstellung befindet.

Dies ist unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 verständlich, welche zwei unterschiedliche Arten der Steuerstrategien zeigen, die in Verbindung mit dem Motor dieser Ausführungsform angewandt werden. Die erste Kurve von Fig. 6 zeigt einen Zustand, in dem die maximale Ventilöffnung für einen langen Zeitraum besteht, was mit  $T_1$  oder  $T_2$  bezeichnet ist, wobei diese Zeiten als im wesentlichen gleich dargestellt sind, es ist aber so zu verstehen, daß diese Zeiten  $T_1$  und  $T_2$  auch unterschiedlich voneinander sein können. Wie zu bemerken ist,

wenn zu der Zeit, zu der der Elektromagnet 39 von seiner "EIN"- in seine "AUS"-Stellung geschaltet wird, eine Zeitverzögerung  $t_1$  auftreten wird zwischen dem Zeitpunkt, zu dem der Elektromagnet eingeschaltet wird und dem Zeitpunkt, zu dem das Ventilelement 34 sich in seiner vollständig geöffneten Stellung befindet. Diese Verzögerung wird zunächst verursacht durch eine Zeitverzögerung bevor jegliche Bewegung nach dem Schalten auftritt, aber auch von der Zeit, die notwendig ist, um das Ventilelement 34 von seiner vollständig geschlossenen Umleitungsstellung in seine vollständig geöffnete Förderstellung zu bewegen. Im einer ähnlichen Weise wird, wenn der Elektromagnetstrom für den Elektromagneten 39 wieder zurück auf EIN geschaltet wird, eine andere Zeitverzögerung  $t_2$  auftreten kann, bevor das Ventilelement 34 sich in seine vollständig geschlossene Umleitungsposition bewegt. Daher befindet sich das Ventilelement 34 für eine Zeitperiode  $t_3$  in seiner vollständig geöffneten Position, welche geringer ist als die Zeit  $T_1$  oder  $T_2$ .

Als eine Folge dieser Zeitverzögerungen wird sich die geförderte Schmiermittelmenge davon unterscheiden, falls das Ventilelement sich in seiner vollständig geöffneten Position für die Zeit  $T_1$  oder  $T_2$  befand. Falls lange Förderperioden aufrechterhalten werden, daß sind die Zeitperioden  $T_1$  und  $T_2$ , dann wird die Größe des Hysteresis-Effektes bei dem Öffnen und bei dem Schließen des Ventils minimiert werden, und das Schmiermittel kann mit einer akkurateren Steuerung zugeführt werden. Wenn eine lange Förderperiode ausgewählt ist, ist es allerdings schwierig, rasche Änderungen der zugeführten Schmiermittelmenge auszuführen, wenn der Motor sich in seinem Übergangszustand befindet. Daher ist eine weitere Steuerstrategieperiode vorhanden, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist, wenn die Zeit  $T_3$  der Ventilöffnung geringer ist als die Zeit  $T_1$  und  $T_2$ . Auch hier treten wiederum Zeitverzögerungen  $t_1$  bei dem Öffnen und  $t_2$  bei dem Schließen auf. Allerdings ist es unter diesem Steuermodus möglich, die geförderte Schmiermittelmenge in Abhän-

gigkeit von den Änderungen der Motorbetriebszustände rascher zu ändern.

Die Anwendung dieses Prinzips kann am besten aus der Fig. 4 entnommen werden, aus der sich ergibt, daß die Karte in drei Steuerphasen aufgeteilt ist mit den Phasen  $T_1$  und  $T_2$  für Hochgeschwindigkeits- und Drosselzuständen mit großer Öffnung bzw. Niedriggeschwindigkeits- und Drosselzuständen mit geringer Öffnung. Diese Zustände benötigen eine größere Genauigkeit in der Steuerung aufgrund des Wunsches, einen geringen Schmiermittelfluß bei Leerlaufgeschwindigkeit aufrechtzuerhalten, während eine adäquate Schmiermittelmenge zur Vermeidung von Rauch und Kohlenwasserstoffemissionen sowie eine adäquate Schmierung unter Hochgeschwindigkeitszuständen zur Vermeidung nicht ausreichender Schmierung aufrechterhalten werden soll, während zur selben Zeit sicherzustellen ist, daß die Kohlenwasserstoffemissionen und der Rauch aufrechterhalten werden sollen. Diese Bereiche  $T_1$  und  $T_2$  sind definiert durch Ebenen  $L_1$  und  $L_2$  der Karte, welche die Steuerphasen entlang der Linie A bzw. B aufteilen. Die Ebene  $L_2$  ist allgemein definiert bei einer festen Motorgeschwindigkeit und unabhängig von der Drosselöffnung, wohingegen die Ebene  $L_1$  allgemein definiert ist durch ein festes Leistungsverhältnis ohne Beachtung der Geschwindigkeit oder Drosselventilöffnung.

Die mit der Bezeichnung  $T_2$  bezeichnete Steuerphase für den mittleren Bereich liegt in mittleren Geschwindigkeits- und Last(Drossel)positionen, in denen Übergangszustände eher auftreten und in denen es erwünschter ist, eine kürzere Zeit für die Ventilöffnung aufrechtzuerhalten unter gleichzeitiger Sicherstellung, daß auf die Übergangszustände rasch geantwortet werden kann. Es ist dabei ersichtlich, daß in jeder dieser Steuerphasen  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  die zugeführte Schmiermittelmenge sowohl durch den Arbeitszyklus als auch durch die festen Zeiten  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  der aktuellen Ventilöffnung festgelegt werden. Diese Konstruktion sowie deren Wirkungsweise wird später unter Bezugnahme auf die Fig. 10-15 beschrieben werden.

Es ist außerdem zu bemerken, daß der Arbeitszyklus in dem Hochgeschwindigkeits-/Hochlastbereich so festgelegt ist, daß er einhundert Prozent über einen ziemlich ebenen Bereich beträgt, wie er in der Karte von Fig. 4 gezeigt ist. Auf einer ähnlichen Weise hat der Niedriggeschwindigkeits-/Drosselbereich mit geringer Öffnung einen ziemlich flachen Bereich, in dem der Arbeitszyklus auf seinen geringsten Wert festgesetzt ist. Obwohl der Arbeitszyklus und die Zeiten  $T_1$  oder  $T_2$  unter diesen Zuständen konstant gehalten werden, wird die zugeführte Schmiermittelmenge sich ändern, um die in Fig. 5 gezeigte Schmiermittelförderung zur Verfügung zu stellen. Der Grund dafür liegt darin, daß die Anzahl der Pumpzyklen sich ebenfalls mit der Motorgeschwindigkeit ändern wird, so daß, selbst wenn das Leistungsverhältnis und die Zeit der Ventilöffnung konstant gehalten werden, mehr Schmiermittel zugeführt werden wird, wenn der Motor schneller betrieben wird als wenn er langsamer betrieben wird. Aufgrund dieser Auswahl der flachen Bereiche der Karte ist es möglich, eine bessere Steuergenauigkeit mit einer minimalen Anzahl von in das System einzuprogrammierenden Variablen zu erhalten.

Bevor nun die Routine beschrieben werden wird, werden noch einige Angaben unter Bezugnahme auf die Fig. 3 über die Art und Weise gegeben werden, wie die verschiedenen Teile der Steuereinheit 41 arbeiten. Es ist bereits früher bemerkt worden, daß die Recheneinheit 48 für die Fördermenge eine Einrichtung zur Berechnung der dem Motor zugeführten Schmierölmenge aufweist. Dies wird durchgeführt durch Berechnen der Anzahl von Pumphuben der Pumpe 24, die während der Zeit auftreten, zu der der Elektromagnet 39 sich in seinem ausgeschalteten Zustand und das Steuerventil 37 sich in seinem offenen Förderzustand befindet. Daher benötigt dieser Rechner 48 lediglich die Angabe des Geschwindigkeitssignals und die Angabe der Zeitdauer, zu der die Unterbrechungseinrichtung 51 die Versorgung der Spulenwicklung 39 mit elektrischem Strom unterbricht.

Andererseits berechnet der Verbrauchsmengenrechner 39 die von dem Motor tatsächlich verbrauchte Schmiermittelmenge. Dieser führt eine Verbrauchsberechnung durch auf der Grundlage des während der Zeit verbrauchten Schmiermittels, zu der sich die Elektromagnetspule 39 in ihrer erregten Stellung und sich das Steuerventil 34 in seiner Umleitungsstellung befindet, so daß dem Motor kein Schmiermittel zugeführt wird. Dies wird durchgeführt durch Berechnen der pro Zeiteinheit verbrauchten Schmierölmenge auf der Grundlage von Daten aus der Karte 46 in Abhängigkeit von der Motorgeschwindigkeit und der Drosselöffnung und auch von der Zeitspanne, die nach dem Starten des Betriebs der Unterbrechungseinrichtung 51 abgelaufen ist.

Die Rechnereinrichtung 53 für den Restwert arbeitet so, daß sie die von dem Fördermengenrechner 58 zugeführte Kraftstoffmenge mit der Verbrauchsmenge des Verbrauchsrechners 49 vergleicht und so das restliche Schmiermittel feststellt. Wenn das restliche Schmiermittel den Wert 0 erreicht, wird die Elektromagnetwicklung 39 erneut abgeregt, um das Steuerventil 34 zu öffnen und die Förderung von Schmiermittel zu dem Motor 21 zu ermöglichen.

Die Recheneinrichtung 53 für den Restwert enthält des weiteren einen Integrierschaltkreis zum Integrieren der Differenz zwischen der Fördermenge und der Verbrauchsmenge, und stellt fest, ob die Umleitungsperiode für das Schmieröl länger oder kürzer als eine vorbestimmte Zeit ist, und, wenn sie länger als diese vorbestimmte Zeit ist, wird der Elektromagnet 39 ohne Berücksichtigung der Integrationsergebnisse abgeregt, um die Umleitungsperiode für das Schmieröl davor zu bewahren, für welchen Grund auch immer länger als eine vorbestimmte Zeit zu werden.

Auf dem Hintergrund dieser Information wird nun die Steueroutine unter Bezugnahme auf die Fig. 8 und 9 und unter anfänglicher Bezugnahme auf die Fig. 8 beschrieben. Wie aus Fig. 8 entnommen werden kann, wird das Programm gestartet, wenn der

Hauptschalter 45 eingeschaltet ist und das Programm schaltet dann zu dem Schritt  $P_1$  fort, um die Steuereinheit 41 rückzusetzen. Zur gleichen Zeit schaltet das Programm weiter zu Schritt  $P_2$  fort, um den Timer 52 in die darin aufsummierte Triggerzahl rückzusetzen. In diesem Fall ist es eine Rücksetzung auf den Wert 0.

Sobald die Steuereinheit 41 und der Timer 42 rückgesetzt worden sind, läuft das Programm weiter zu dem Schritt  $P_3$ , um die Motorzustände auszulesen und um so die Schmiermittelförderperiode festzulegen. Bei dem Schritt  $P_3$  wird die Motorgeschwindigkeit  $r$  dem Fördermengenrechner 48 von dem Geschwindigkeitsrechner 47 zugeführt, der, wie bereits oben angegeben, ein Signal von dem Zündschaltkreis 42 erhält. Zusätzlich wird die Drosselventilstellung  $T$  von dem Drosselventil 43 erhalten. Das Programm geht dann bei dem Schritt  $P_4$  über zu der Karte von Fig. 4, um so den Arbeitszyklus und auch die Schmiermittelförderperiode auf der Grundlage dieser Zustände festzulegen.

Die Art und Weise, wie dies durchgeführt wird, kann am besten unter Bezugnahme auf die Fig. 9 verstanden werden. Wie aus dieser Figur entnehmbar, läuft das Programm weiter zu dem Schritt  $S_1$ , sobald der Schritt  $P_3$  beendet worden ist, um die Motorgeschwindigkeit  $r$  und die Drosselventilposition  $T$  auszulesen. Das Programm läuft dann weiter zu dem Schritt  $S_2$ , um die Karte 46 abzufragen und um auf der Grundlage der Motorgeschwindigkeit und der Drosselöffnung für den derzeitigen Motorbetriebszustand ein Leistungsverhältnis  $D$  auszuwählen. Anschließend schreitet das Programm fort zu dem Schritt  $S_3$ , um festzustellen, ob das festgelegte Leistungsverhältnis  $D$  kleiner oder gleich dem Leistungsverhältnis auf der Linie A in der Karte von Fig. 4 ist, zur Feststellung, ob der Steuerbereich in dem Bereich  $T_1$  oder in einem der Bereiche  $T_2$  oder  $T_3$  festgelegt werden sollte, wodurch die Zeit, zu welcher die Elektromagnetspule 39 in ihrem abgeschalteten Zustand gehalten wird, festgesetzt wird, um so die Zeit für die Schmiermittelförderung zu steuern.

Falls das Leistungsverhältnis  $D$  größer oder gleich dem Wert  $A$  ist, geht das Programm über zu Schritt  $S_4$ , um die Förderperiode  $T_1$  festzulegen. Das Programm schreitet dann zu Schritt  $S_5$  fort, um diese Förderperiode  $T_1$  dem Programm einzugeben, was in Fig. 8 bei Schritt  $P_4$  erscheint.

Falls allerdings das Leistungsverhältnis  $D$  nicht größer als das durch die Linie  $A$  festgelegte ist, schreitet das Programm fort zu dem Schritt  $S_6$ , um festzulegen, ob die Förderperiode  $T_3$  oder die Förderperiode  $T_2$  ausgewählt werden sollte. Dies wird bei dem Schritt  $S_6$  durchgeführt, um festzulegen, ob die Motorgeschwindigkeit  $r$  kleiner oder gleich der durch die Linie  $B$  in der Karte 4 festgelegten Geschwindigkeit ist. Falls die Geschwindigkeit  $r$  kleiner als die von der Linie  $G$  auf der Karte in Fig. 4 definierte Geschwindigkeit ist, geht das Programm über zu dem Schritt  $S_7$ , um so die Förderperiodenzeit  $T_2$  festzulegen. Falls die Förderperiode  $T_2$  bei dem Schritt  $S_7$  festgelegt worden ist, gibt das Programm dieses Signal bei dem Schritt  $S_8$  aus und schreitet weiter fort zu dem Schritt  $P_4$  von Fig. 8.

Falls allerdings die Motorgeschwindigkeit  $r$  kleiner oder gleich der Geschwindigkeit  $B$  von Fig. 4 ist, wie sie bei dem Schritt  $S_6$  festgelegt worden ist, geht das Programm über zu dem Schritt  $S_9$ , um so die Förderperiode  $T_3$  festzulegen. Das Programm geht anschließend über zu dem Schritt  $S_{10}$ , um diese festgesetzte Zeitperiode  $T_3$  auszugeben und schreitet dann fort zu dem Schritt  $P_4$ .

Daher sollte aus der vorangegangenen Beschreibung von Fig. 9 es leicht erkennbar sein, wie die Steuereinheit 41 arbeitet, um festzulegen, welche der Förderzeitperioden  $T_1$ ,  $T_2$  oder  $T_3$  von der Fig. 4 in die Steuereinheit 51 ausgegeben werden, um so die Fördermengenstrategie festzusetzen. Weiterhin sollte es leicht erkennbar sein, daß die Steuerstrategie derart ausgelegt ist, daß die anfängliche Schmiermittelmenge, die dem

Motor zuzuführen ist, festgelegt wird durch den Betriebszustand unmittelbar vor der Durchführung der Berechnung.

Sobald die Förderperiode bei dem Schritt  $P_4$  gemäß dem in Fig. 8 angegebenen Verfahren festgelegt worden ist, schaltet das Programm weiter fort zu dem Schritt  $P_5$  (Fig. 8), um ein Triggersignal an den Timer 52 auszugeben, damit er mit der Zählung beginnt. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß bei dem anfänglichen Starten des Motors der Signalhalteschaltkreis 50 in einen Zustand versetzt werden wird, um den Elektromagneten 39 in seiner ausgeschalteten Position zu erhalten, so daß das Steuerventil 27 Schmiermittel fördern wird.

Nach dem Schritt  $P_5$  geht das Programm über zu dem Schritt  $P_6$ , um sofort mit der Berechnung des tatsächlichen Schmiermittelverbrauchs zu beginnen, und dieses wird zuerst bei dem Schritt  $P_6$  durchgeführt durch Auslesen des Motorzustandes, der die Motorgeschwindigkeit  $r$  und die Drosselventilposition  $T$  umfaßt. Das Programm geht dann über zu dem Schritt  $P_8$ , um so die tatsächliche zugeführte Schmiermittelmenge zu berechnen. Dies wird durchgeführt unter Bezugnahme auf die Karte von Fig. 4, um die aktuelle Motorgeschwindigkeit und die aktuelle Drosselöffnung zu dieser Zeitperiode festzustellen, und um dann die Schmiermittelmenge festzulegen, welche von dem Motor verbraucht worden sein wird, während der Zeitperiode, die der Timer für einen seiner zeitlich abgestimmten Impulse benötigt. Das Programm führt diese Berechnung bei dem Schritt  $P_7$  durch.

Anschließend geht das Programm über zu dem Schritt  $P_8$ , um die bei dem Schritt  $P_7$  berechnete Schmiermittelmenge der vorher als verbraucht berechneten Schmiermittelmenge hinzuzufügen. Dann geht das Programm über zu dem Schritt  $P_9$ , um festzustellen, ob das Steuerventil 27 sich in seiner fördernden Aus-Stellung oder in seiner nicht-fördernden Ein-Stellung befindet.



Unter der Annahme, daß bei Schritt  $P_9$  festgelegt worden ist, daß das Steuerventil 27 sich in seinem Aus-Zustand befindet, so daß es dem Motor Schmiermittel zuführt, geht das Programm über zu dem Schritt  $P_{10}$ , um die zugeführte Schmiermittelmenge zu berechnen. Dies wird durchgeführt durch Feststellen des anfänglich bei dem Schritt  $P_4$  festgelegten Förderzustands und dann durch Berechnen der in der Zeitperiode für einen Triggerimpuls zugeführten Schmiermittelmenge. Die derart zugeführte Schmiermittelmenge wird dann der bei dem Schritt  $P_{11}$  berechneten und vorher zugeführten Schmiermittelmenge hinzuaddiert.

Anschließend geht das Programm über zu dem Schritt  $P_{12}$ , um eine Triggerzählung dem Zähler des Timers 52 hinzuzuaddieren.

Daraufhin geht das Programm über zu dem Schritt  $P_{13}$ , um festzustellen, ob die für die Förderperioden-Festlegung von Schritt  $P_4$  abgerufene Schmiermittelmenge ermittelt worden ist durch Berechnen der Anzahl der Triggerimpulse, welche festgesetzt worden sind. Falls die zeitlich festgelegte Anzahl der Impulse festgestellt und gesetzt worden ist, geht das Programm über zu dem Schritt  $P_{14}$ , um so das Steuerventil 27 durch Erregen des Elektromagneten 39 abzuschalten und so die Förderung von Schmiermittel zu stoppen.

Unter der Annahme, daß das Programm die Schritte  $P_5$  bis  $P_{11}$  in dieser Reihenfolge durchlaufen hat, kehrt das Programm zu dem Schritt  $P_5$  zurück und wiederholt die Durchführung der Berechnung der verbrauchten Schmiermittelmenge bei den Schritten  $P_5$  bis  $P_8$ .

Nachdem diese Berechnungen durchgeführt worden sind und unter der Annahme, daß die Förderung des Schmiermittels bei dem Schritt  $P_{14}$  angehalten worden ist, geht das Programm anschließend über zu dem Schritt  $P_{15}$ , um so die Schmiermittelmenge zu bestimmen, welche im Überschuß zu der verbrauchten Schmiermittelmenge zugeführt worden ist. Diese wird als Schmiermittel-

restmenge bezeichnet und diese Berechnung wird durch den Rechner 53 durchgeführt.

Daraufhin geht das Programm über zu dem Schritt  $P_{16}$ , um festzustellen, ob die Rückführzeit, zu der sich das Steuerventil in seiner nicht-fördernden Rückführposition befindet, länger als die festgelegte Zeit ist, und falls sie es nicht ist, geht das Programm über zu dem Schritt  $P_{17}$ , um festzustellen, ob immer noch restliches Schmiermittel vorhanden ist. Das bedeutet, bei dem Schritt  $P_{17}$  wird die während der gesamten Förderperiode zugeführte Schmiermittelmenge verglichen mit der verbrauchten Schmiermittelmenge, und falls das restliche Schmiermittel nicht kleiner oder gleich 0 ist, kehrt das Programm zurück zu dem Schritt  $P_5$ , um erneut die verbrauchte Schmiermittelmenge zu berechnen bis die gesamte verbrauchte Schmiermittelmenge gleich derjenigen ist, die zugeführt worden ist.

Falls allerdings bei dem Schritt  $P_{16}$  festgestellt worden ist, daß die Rückführzeit länger als der festgesetzte Wert ist, oder daß die verbrauchte Schmiermittelmenge gleich der zugeführten Schmiermittelmenge ist, schreitet das Programm fort zu dem Schritt  $P_{18}$ , um den Timer rückzusetzen, und dann weiter zu dem Schritt  $P_{19}$ , um erneut mit der Förderung von Schmiermittel zu beginnen durch Ausschalten der Elektromagnetwicklung 39 durch Initiieren der Förderperiode des Steuerventils 27.

Aus der vorangegangenen Beschreibung sollte deutlich sein, daß die Steueroutine sehr effektiv ist, durch die Aufrechterhaltung der strikten Steuerung der dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge, durch Festsetzen einer anfänglichen Förderperiode in Abhängigkeit von dem Betriebszustand zu der Zeit, zu der die Schmiermittelförderung gestartet wird, aber nicht mit einer neuen Förderung von Schmiermittel an dem Motor beginnt bis die tatsächlichen Betriebszustände des Motors anzeigen, daß die früher zugeführte Schmiermittelmenge vollständig verbraucht worden ist. Das hat zur Folge, daß dieses System ein extremes Antwortverhalten auf Übergangszustände hat, und die

Fig. 10-15 zeigen insbesondere, wie dieses System auf geänderte Zustände des Motors antwortet.

Die Fig. 10-15 sind zeichnerische Darstellungen der Art und Weise, wie diese Steuerung erreicht wird, und zeigen eine Situation, in der der Motor betrieben wird mit einer Leerlaufgeschwindigkeit, mit einer allmählichen Beschleunigung zur Maximalgeschwindigkeit und Maximallast, für eine Periode in diesem Zustand gehalten und anschließend etwas rascher als bei der Beschleunigung gebremst wird bis auf die Leerlaufgeschwindigkeit. Die Fig. 10 zeigt den Schmiermittelbedarf unter verschiedenen Zeitzuständen.

Wie aus der Fig. 11 zu sehen ist, ist der Pumpenausgang über der Zeit derart festgelegt, daß die Anzahl der Impulse der Pumpe oder der Pumpenzyklen relativ klein ist, wenn der Motor mit einer niedrigen Geschwindigkeit arbeitet, wobei ein Anstieg in der Frequenz mit dem Geschwindigkeitsanstieg und dann wieder ein Abfallen in der Frequenz mit dem Geschwindigkeitsabfall auftritt.

Die Fig. 12 zeigt die Ein/Aus-Zustände des Elektromagnetventils während des Betriebs sowie die verschiedenen "Aus"-Zeiten  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  unter verschiedenen Betriebszuständen. Während des Leerlaufs und anfänglicher Beschleunigung wird die Zeitperiode  $T_2$  aus der Karte von Fig. 4 ausgewählt, um minimale Auswirkungen durch die Änderungen in der Schmiermittelförderung aufgrund des Öffnens und des Schließens des Ventilelements 34 zu schaffen. Sobald allerdings der Motor beginnt zu beschleunigen, wird die kürzere Zeitperiode  $T_3$  gewählt, um das Antwortverhalten auf den Übergangszustand zu verbessern. Sobald der Motor seine Maximalgeschwindigkeit erreicht und beginnt abzubremesen, wird die längere Zeitperiode  $T_1$  bzw.  $T_2$  ausgewählt.

Die Auswirkung davon auf die Schmiermittelförderung kann der Fig. 13 entnommen werden, in der die tatsächliche Förderung

von Schmiermittel an dem Motor dargestellt ist. Diese Schmiermittelförderung tritt zu den Zeiten auf, zu denen die Elektromagnetwicklung 39 abgeregt ist und sich das Steuerventilelement 34 in seinem Zustand für die Förderung des Schmiermittels befindet. Wie aus der Fig. 14 entnehmbar ist, sind dort die integrierte Schmiermittelfördermenge A und die Verbrauchsmenge D dargestellt, wohingegen die Fig. 15 die Restmenge des Schmiermittels zeigt. Von diesen Kurven wird zu sehen sein, daß der Motor nur nach der anfänglichen Förderperiode mit zusätzlichem Schmiermittel versorgt wird, wenn die Betriebszustände anzeigen, daß das gesamte Schmiermittel verbraucht worden ist. Das hat zur Folge, daß eine extrem effektive Steuerung der Schmiermittelmenge erreicht wird und Rauch in dem Abgas und hohe Kohlenwasserstoffemissionen vermieden werden, während zur gleichen Zeit sichergestellt ist, daß der Motor eine adäquate Schmierung erfährt. Hinzukommt, daß durch die Änderung der Zeitdauern, zu denen das Elektromagnetstevensventil 27 in Abhängigkeit von den Motorbetriebszuständen ausgeschaltet ist, sichergestellt werden wird, daß eine akkurate Schmiermittelmenge zugeführt wird, während zur gleichen Zeit ein gutes Antwortverhalten während derjenigen Zeiten sichergestellt wird, zu denen Übergangszustände erwartet werden können.

In der soweit beschriebenen Steueroutine dieser Ausführungsform sind drei Steuerhauptphasen vorhanden gewesen, in welchen Phasen die Zeiten T der Förderung von Schmiermittel in Abhängigkeit von den Motorbetriebszuständen variiert worden sind. Selbstverständlich können mehr als drei Steuerphasen verwendet werden, und die Fig. 16-18 zeigen eine andere Ausführungsform der Erfindung, in der tatsächlich vier Steuerphasen vorgesehen sind. Ähnlich wie bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform werden diese Steuerphasen festgelegt durch die Motorbetriebszustände, und diese setzen die tatsächliche Zeit fest, zu der das Steuerventil 27 in seiner Förderposition gehalten wird.

Zunächst wird auf die Karte von Fig. 16 Bezug genommen, wobei diese Karte der Karte von Fig. 4 ähnlich ist, die Steuerphasen allerdings in vier Steuerbereiche  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  und  $T_4$  aufgeteilt sind. Die Phase  $T_1$  hat eine relativ lange Dauer für die Förderperiode des Steuerventils 27. Diese ist ähnlich der entsprechenden Periode  $T_1$  von Fig. 4 und liegt in einem Bereich zwischen den Ebenen  $L_1$  und  $L_2$ , welche definiert sind durch die Leistungsverhältnis-Linie A und durch die Drehgeschwindigkeits-Linie B. Die Steuerphase  $T_3$  liegt ebenfalls zwischen den Linie A und B und dem Kreuzungspunkt zwischen den Ebenen  $L_1$  und  $L_2$  und hat ebenfalls eine relativ kurze Zeitperiode, wie bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform, um Übergangszustände anzupassen. Eine längere Zeitperiode  $T_2$ , welche der Zeitperiode  $T_1$  ähnlich sein kann, liegt in einem Bereich von großen Drosselöffnungen und niedrigen Motorgeschwindigkeiten, wo sich die Ebenen  $L_1$  und  $L_2$  kreuzen. Es ist zusätzlich auch noch eine Steuerperiode  $T_4$  vorhanden, in der die Schmiermittelförderperiode noch länger festgesetzt ist als die Zeiten  $T_1$  oder  $T_2$  oder  $T_3$  und welche in dem Bereich geringer Drosselöffnungen und geringer Geschwindigkeiten liegt. Dies schafft eine noch größere Genauigkeit der Schmiermittelförderung unter diesen Zuständen.

Die Steueroutine für diese Ausführungsform ist grundsätzlich gleich der in Fig. 8 gezeigten Steueroutine der vorstehend beschriebenen Ausführungsform. Allerdings ist die Steueroutine der Fig. 9 der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ersetzt durch die Steueroutine von Fig. 18, in der die entsprechenden Bereiche  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  oder  $T_4$  ausgewählt werden. Um die Steueroutine von dieser Ausführungsform zu verstehen, ist es daher lediglich notwendig, die Steueroutine von Fig. 18 zu beschreiben, in der die Werte  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  oder  $T_4$  festgelegt werden. Gewisse Schritte dieser Routine sind gleich mit den Schritten von Fig. 9, und wo dies der Fall ist, sind diese Schritte mit der gleichen Zahl für den Arbeitsschritt bezeichnet.

Wie bereits oben erwähnt, werden bei dem Schritt  $S_1$  die Motorgeschwindigkeit  $r$  und die Position  $T$  des Drosselventils ausgelesen. Das Programm geht dann über zu dem Schritt  $S_2$ , um das Leistungsverhältnis  $D$  aus der Karte von Fig. 16 auszuwählen. Anschließend geht das Programm, ähnlich wie bei dem vorstehend beschriebenen Programm, über zu dem Schritt  $S_3$ , um festzulegen, ob das Leistungsverhältnis  $D$  kleiner oder gleich dem Wert  $A$  ist. Falls dieses Leistungsverhältnis kleiner oder gleich dem Wert  $A$  ist, geht das Programm über zu dem Schritt  $S_6$ , wie bei der bereits beschriebenen Ausführungsform, um festzustellen, ob die Geschwindigkeit  $r$  auf der einen Seite oder auf der anderen Seite der Geschwindigkeitslinie  $B$  liegt. Falls sie gleich oder geringer als die Geschwindigkeitslinie  $B$  ist, schreitet das Programm fort zu dem Schritt  $S_7$ , um die Förderzeit  $T_2$  auszuwählen und um diese Zeit  $T_2$  bei dem Schritt  $S_8$  dem Programm für die Steuerung wieder auszugeben.

Falls andererseits die Geschwindigkeit oberhalb der Geschwindigkeit  $B$  liegt, geht das Programm über zu dem Schritt  $S_9$ , um so die Förderzeit  $T_3$  festzusetzen und um bei dem Schritt  $S_{10}$  diese Förderzeit der Steuereinheit auszugeben.

Falls allerdings das Leistungsverhältnis  $D$  nicht geringer oder gleich dem Verhältnis  $A$  ist, muß das Programm festlegen, ob gemäß der Karte von Fig. 16 die Zeit  $T_1$  oder die Zeit  $T_4$  anzuwenden ist. Daraufhin geht das Programm über zu dem Schritt  $S_{11}$ , um festzustellen, ob die Motorgeschwindigkeit geringer oder gleich der Geschwindigkeit von der Kurve  $B$  ist. Falls sie geringer oder gleich der Geschwindigkeit  $B$  ist, schreitet das Programm fort zu dem Schritt  $S_{12}$ , um so die Förderzeit  $T_4$  festzusetzen und um bei dem Schritt  $S_{13}$  diese Zeit  $T_4$  auszugeben. Falls allerdings die Motorgeschwindigkeit  $r$  nicht geringer oder gleich der Geschwindigkeit  $B$  ist, geht das Programm über zu dem Schritt  $S_4$ , wie bereits oben bemerkt, um die Förderzeit  $T_1$  festzusetzen und um diese Zeit  $T_1$  für die Steuerung auszugeben.

Wie bei der bereits beschriebenen Ausführungsform weist auch die Karte von Fig. 16 einen flachen Bereich auf bei hohen Motorgeschwindigkeiten und großen Drosselöffnungen sowie einen flachen Bereich bei niedrigen Motorgeschwindigkeiten und bei geringen Drosselöffnungen. Wie bei der oben bereits beschriebenen Ausführungsform führt die Tatsache, daß die Schmiermittelpumpe 24 in einem zeitlich abgestimmten Verhältnis zu dem Motor angetrieben wird und demzufolge sich die Anzahl der Pumpzyklen in Abhängigkeit von der Motorgeschwindigkeit ändert, dazu, daß die Schmiermittelförderkurve von Fig. 17 erzeugt werden wird, und es wird unter allen Zuständen adäquate, angemessene Schmiermittelmenge gefördert werden.

Aus der vorgehenden Beschreibung sollte leicht erkennbar sein, daß die beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung sehr effektiv sind bei der Schaffung einer akkuraten Steuerung der dem Motor zugeführten Schmiermittelmenge, und insbesondere einer Zweitakt-Brennkraftmaschine mit Kurbelgehäuseverdichtung, ohne überschüssiges Schmiermittel zuzuführen. Des weiteren weist dieses System ein gutes Ansprechverhalten auf Änderungen der Motorzustände auf und kann daher eine gute Steuerung selbst unter extrem schwierigen Übergangsphasen aufrechterhalten, welche bei Brennkraftmaschinen üblich sind, insbesondere wenn diese bei Automobilen oder Kraftfahrzeugen Anwendung finden. Selbstverständlich betrifft die vorangegangene Beschreibung lediglich bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung, und es können verschiedene Änderungen und Modifikationen durchgeführt werden, ohne den Kern und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen, wie sie durch die beigefügten Patentansprüche definiert sind.

Patentanmeldung Nr.: 92 119 901.4

Anmelder : Yamaha Hatsudoki Kabushiki Kaisha

### Patentansprüche

1. Schmiersystem für eine Brennkraftmaschine (21), mit einer Schmiermittelpumpe (24), Sensoreinrichtungen (43) zur Erfassung von Motorbetriebszuständen, einer Schmiermittelsteuereinrichtung (27) zur Steuerung der an die Brennkraftmaschine (21), durch die Schmiermittelpumpe (24) geförderten Schmiermittelmenge durch selektives Leiten des Schmiermittels von der Schmiermittelpumpe (24) zu der Brennkraftmaschine (21) bzw. durch selektives Umgehen derselben zurück in einen Rücklauf (29) in Abhängigkeit von den Motorbetriebszuständen, dadurch gekennzeichnet, daß Zeitsteuerungseinrichtungen (52) vorhanden sind zur Konstanthaltung einer Förderperiode ( $T_1, T_2, T_3$ ), in welcher die Schmiermittelsteuereinrichtung (27) der Brennkraftmaschine (21) in einem bestimmten Bereich von Betriebszuständen Schmiermittel zuführt, wobei ein Arbeitszyklus, der diese Förderperiode ( $T_1, T_2, T_3$ ) und eine darauf folgende Rückführperiode umfaßt, in welcher das Schmiermittel zu der Rückführungsleitung (29) umgeleitet wird, in Abhängigkeit von den Motorbetriebszuständen variiert wird.

2. Schmiersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmiermitteleinrichtung ein Steuerventil (27) enthält zur selektiven Schmiermittelförderung an die Brennkraftmaschine (21) oder zum Umleiten des Schmiermittels zurück zu einer Quelle (23) für die Schmiermittelförderung.

3. Schmiersystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (27) derart arbeitet, daß es in einem Fehlermodus in seiner Schmiermittelförder-Stellung gehalten wird.



4. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmiermittelpumpe eine Verdrängerpumpe (24) aufweist, welche pro Betriebszyklus eine feste Schmiermittelmenge fördert.

5. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, die Schmiermittelpumpe (24) in einem zeitlich gesteuerten Verhältnis mit der Brennkraftmaschine (21) angetrieben wird, so daß die Anzahl der Pumpzyklen der Schmiermittelpumpe mit der Motorgeschwindigkeit variiert.

6. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeit, zu der sich das Steuerventil in seinem Schmiermittelförderzustand befindet, in Abhängigkeit von bestimmten Betriebszuständen länger ist als in Abhängigkeit von den anderen Betriebszuständen.

7. Schmiersystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die längere Förderperiode bei einem Hochgeschwindigkeits-, Hochlast-Zustand und/oder bei einem Niedriggeschwindigkeits-, Niedriglast-Zustand vorliegt.

8. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitszyklus mit Hilfe einer Karte festgelegt wird, wobei die Karte bei bestimmten Betriebszuständen flache Bereiche aufweist.

9. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltbedingung für die Schmiermittelförderung durch die Schmiermittelsteuereinrichtung (27) die Bestimmung einer Zeitperiode umfaßt, und zwar nach der Beendigung der Förderung der der

Brennkraftmaschine (21) zuzuführenden Schmiermittelmenge und bevor eine weitere Förderung einer Schmiermittelmenge an die Brennkraftmaschine (21) durch die Steuereinrichtung (27) eingeleitet wird.

10. Schmiersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitperiode festgelegt wird durch die Zeit, in der die Brennkraftmaschine (21) die ihr zugeführte Schmiermittelmenge einer ersten Fördermenge verbrauchen wird, welche festgelegt ist durch den Betriebszustand der Brennkraftmaschine, nachdem die Zuführung der ersten Fördermenge an die Brennkraftmaschine eingeleitet worden ist.

11. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitszyklus und die Förderperiode in einer Phase von Hochgeschwindigkeits-, Hochlast-Zuständen konstant gehalten werden.

12. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderperiode und der Arbeitszyklus in einem Bereich von Niedriggeschwindigkeits-, Niedriglast-Zuständen konstant gehalten werden.

13. Schmiersystem nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Schmiermittelförderung während Übergangszuständen auf einer kürzeren Zeitperiode gehalten wird, um ein besseres Ansprechverhalten an diese Übergangszustände zu erhalten.

14. Verfahren zur Schmierung einer Brennkraftmaschine (21) mit einer Schmiermittelpumpe (24) und einer Schmiermittelsteuereinrichtung (27) zur Steuerung der von der Schmiermittelpumpe (24) an die Brennkraftmaschine (21) geförderten Schmiermittelmenge, mit den Verfahrensschritten: Erfassen der

Betriebszustände der Brennkraftmaschine (21) und selektives Fördern von Schmiermittel durch die Schmiermittelpumpe (24) an die Brennkraftmaschine (21) sowie selektives Umleiten von Schmiermittel in einen Rücklauf (29) in Abhängigkeit von den erfaßten Betriebszuständen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Förderperiode ( $T_1, T_2, T_3$ ), in welcher die Schmiermittelsteuereinrichtung die Förderung des Schmiermittels von der Schmiermittelpumpe (24) zu der Brennkraftmaschine (21) ermöglicht, in einem bestimmten Bereich von Betriebszuständen konstant ist, wohingegen ein Arbeitszyklus, der diese Förderperiode und eine sich daran anschließende Rückführperiode umfaßt, in welcher das Schmiermittel zu dem Rücklauf (29) umgeleitet wird, in Abhängigkeit von den Motorbetriebszuständen variiert wird.

15. Verfahren zur Schmierung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Motorbetriebszustand die Geschwindigkeit und/oder die Motorlast ist.

16. Verfahren zur Schmierung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmiermittelpumpe (24) in einem zeitlich gesteuerten Verhältnis mit der Brennkraftmaschine (21) angetrieben wird, so daß die Anzahl der Pumpzyklen der Schmiermittelpumpe (24) sich mit der Motorgeschwindigkeit ändert.

17. Verfahren zur Schmierung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeit, zu der sich das Steuerventil (27) in seinem Förderzustand für das Schmiermittel befindet, in Abhängigkeit von bestimmten Betriebszuständen länger aufrecht erhalten wird als in Abhängigkeit von den anderen Betriebszuständen.

18. Verfahren zur Schmierung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die längere Förderperiode während Hochge-

schwindigkeits-, Hochlast-Zuständen und/oder während Niedriggeschwindigkeits-, Niedriglast-Zuständen vorhanden ist.

19. Verfahren zur Schmierung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltbedingung für die Schmiermittelförderung der Schmiermittelsteuereinrichtung die Bestimmung einer Zeitperiode umfaßt, und zwar nach der Beendigung der Förderung der Brennkraftmaschine zugeführten Schmiermittelmenge und bevor eine weitere Förderung einer Schmiermittelmenge an die Brennkraftmaschine eingeleitet worden ist.

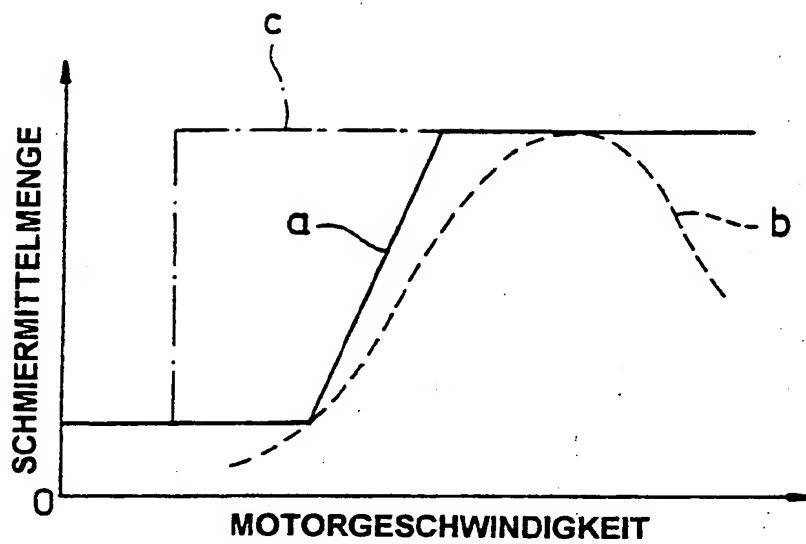
20. Verfahren zur Schmierung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitperiode bestimmt wird durch die Zeit, in welcher die Brennkraftmaschine (21) die ihr zugeführte Schmiermittelmenge verbrauchen wird, welche erste Fördermenge festgelegt worden ist durch den Betriebszustand der Brennkraftmaschine, nachdem die Zuführung der ersten Fördermenge zu der Brennkraftmaschine eingeleitet worden ist.

21. Verfahren zur Schmierung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 20, gekennzeichnet durch Steuern der von der Schmiermittelpumpe zu der Brennkraftmaschine zugeführten Schmiermittelmenge durch selektives Zuführen von Schmiermittel von der Schmiermittelpumpe zu der Brennkraftmaschine und selektives Umleiten von Schmiermittel von der Schmiermittelpumpe zurück zu einem Rücklauf, durch Erfassen der Betriebszustände der Brennkraftmaschine und durch Steuern der der Brennkraftmaschine von der Schmiermittelsteuereinrichtung zugeführten Schmiermittelmenge in Abhängigkeit von den erfaßten Motorbetriebszuständen durch Variieren des Leistungsverhältnisses und durch Variieren der Länge der Zeit, zu der die Schmiermittelsteuereinrichtung sich in ihrem Förderzustand befindet.

22. Verfahren zur Schmierung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderperiode und der Arbeitszyklus in einem Bereich von Niedriggeschwindigkeits-, Niedriglast-Zuständen konstant gehalten werden.

23. Verfahren zur Schmierung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Schmiermittelförderung während Übergangszuständen auf einer kürzeren Zeitperiode gehalten wird, um besser auf diese Übergangszustände ansprechen zu können.

24. Verfahren zur Schmierung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitszyklus und die Förderperiode in einer Phase von Hochgeschwindigkeits-, Hochlast-Zuständen konstant gehalten werden.



**FIG.1**  
**STAND DER TECHNIK**

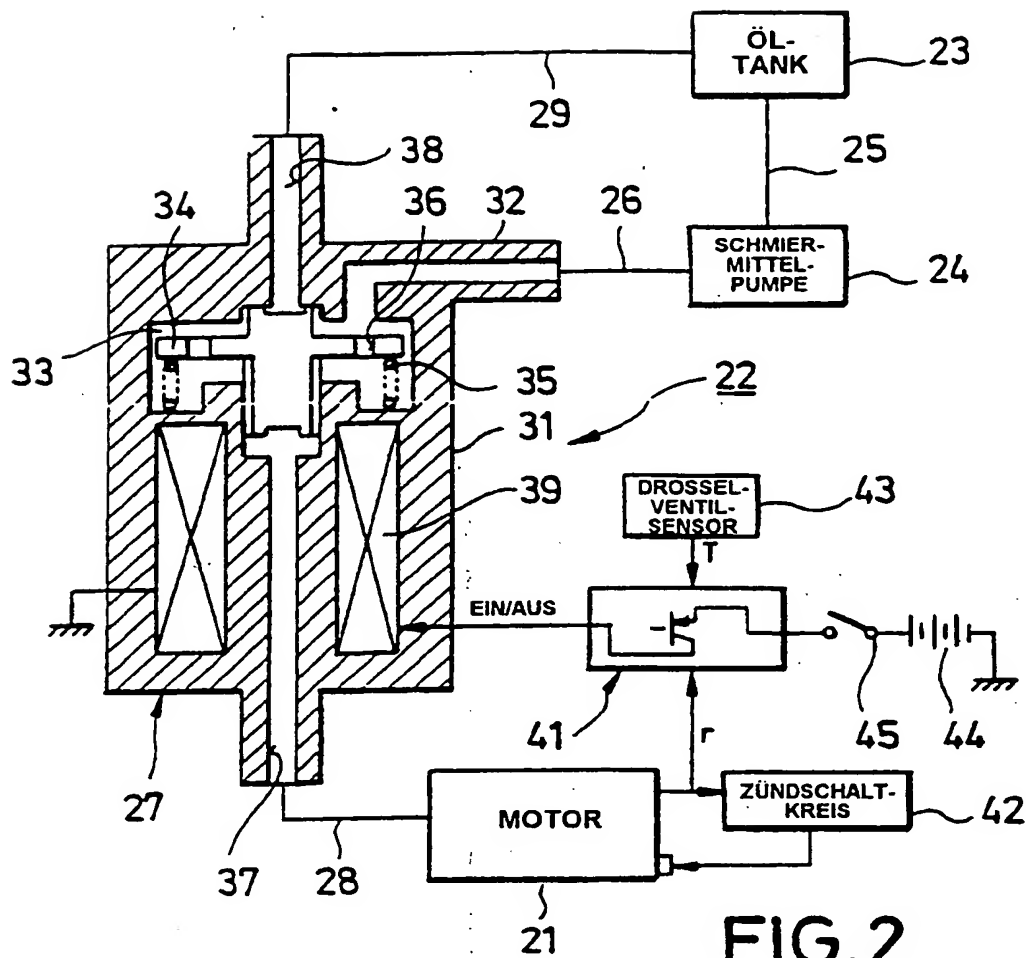


FIG. 2

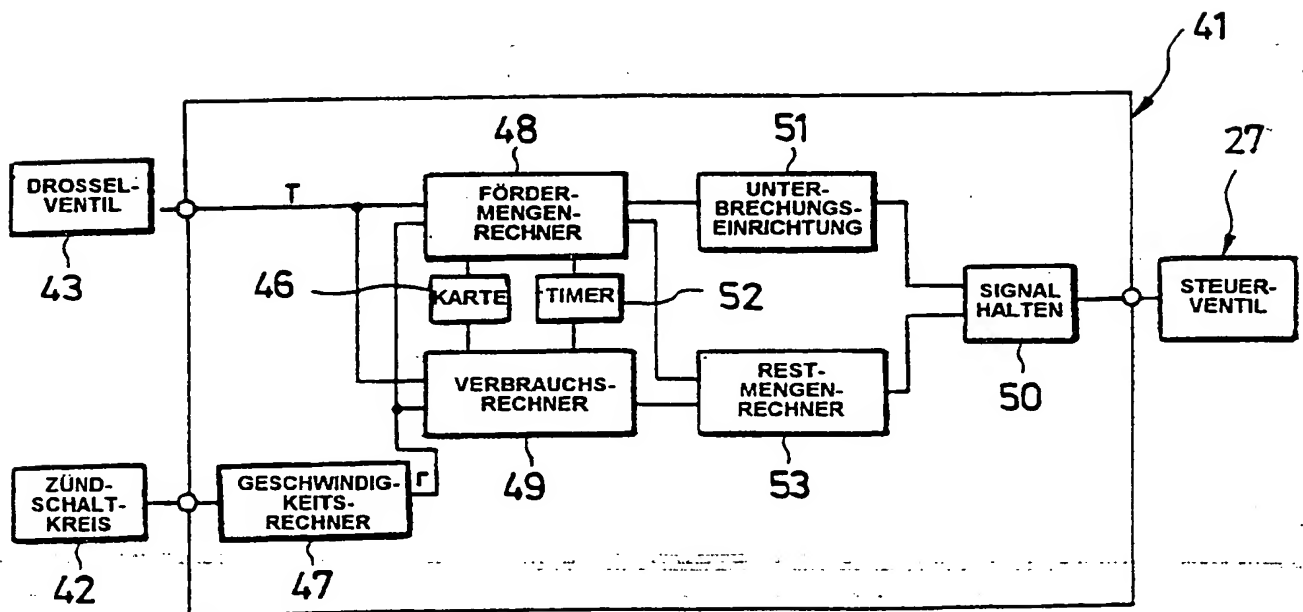


FIG. 3

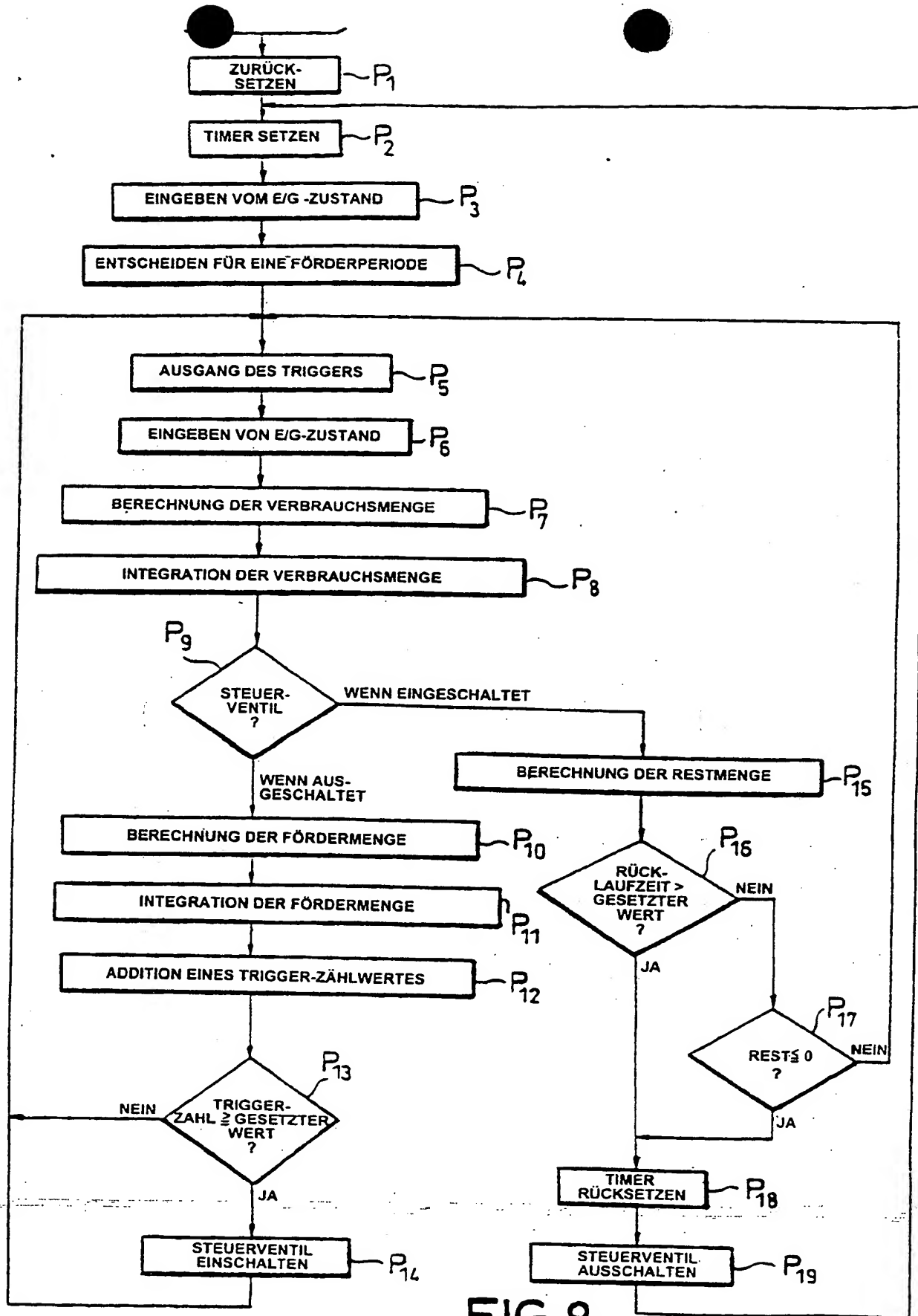


FIG.8



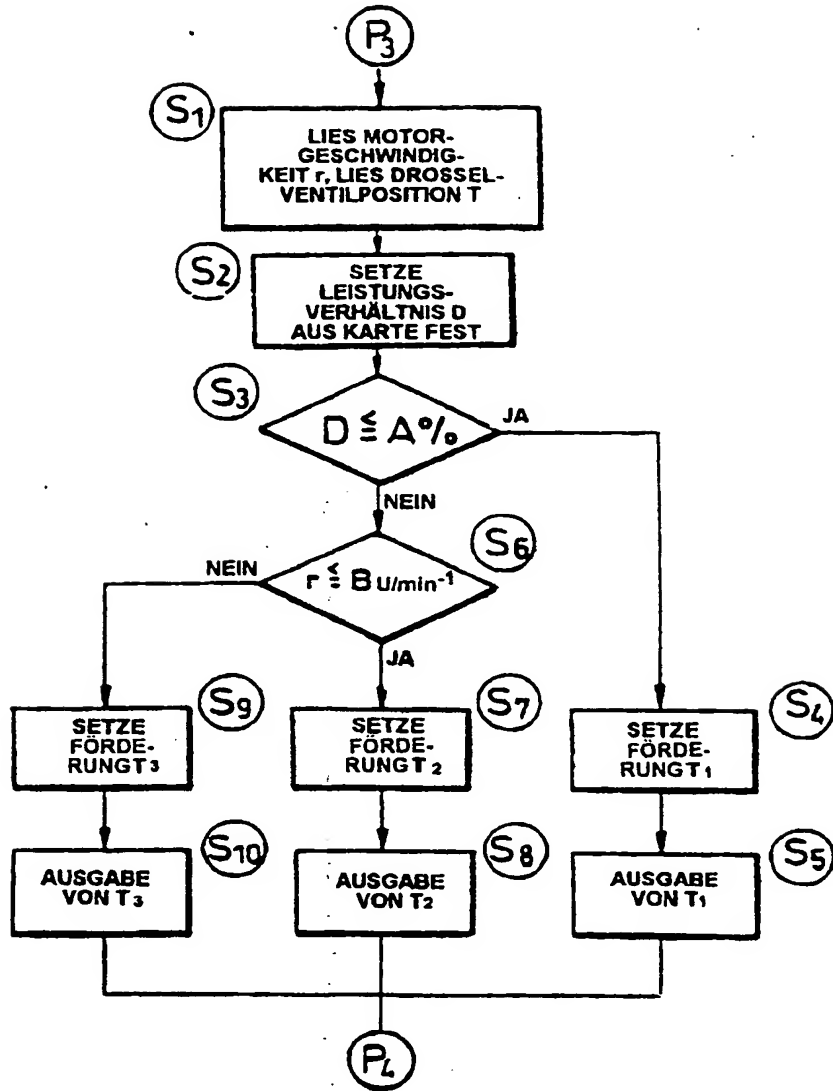


FIG.9

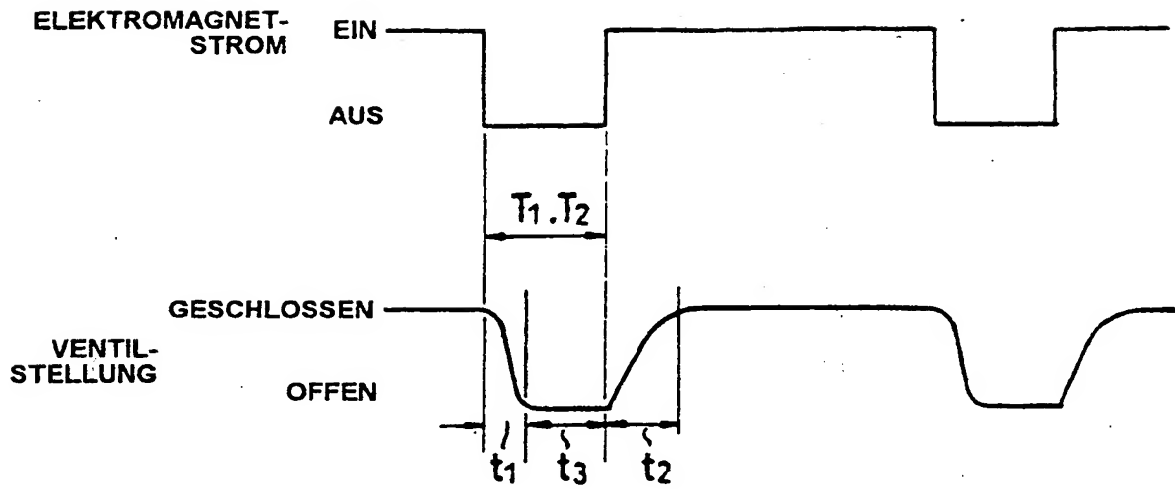


FIG. 6

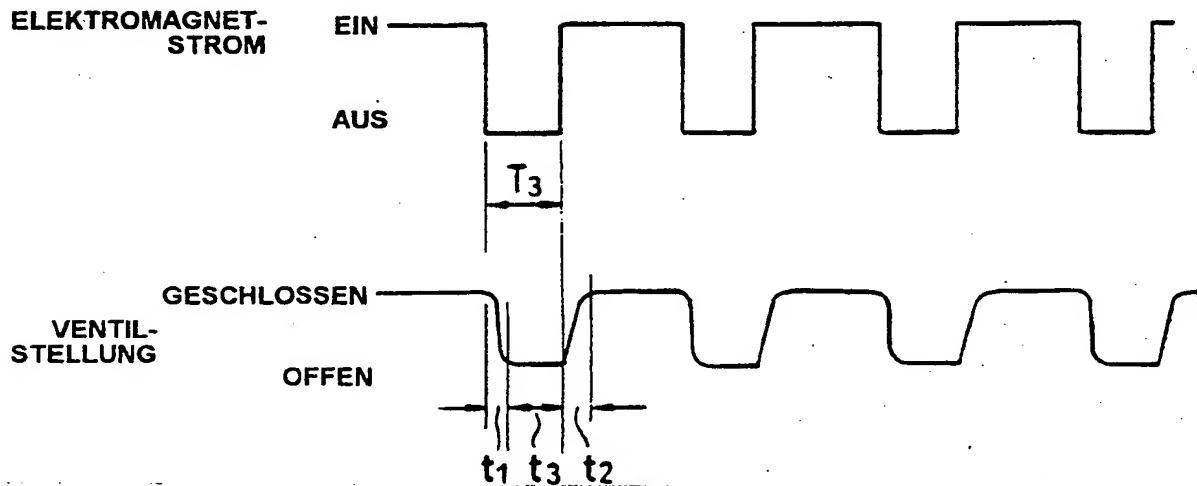


FIG. 7

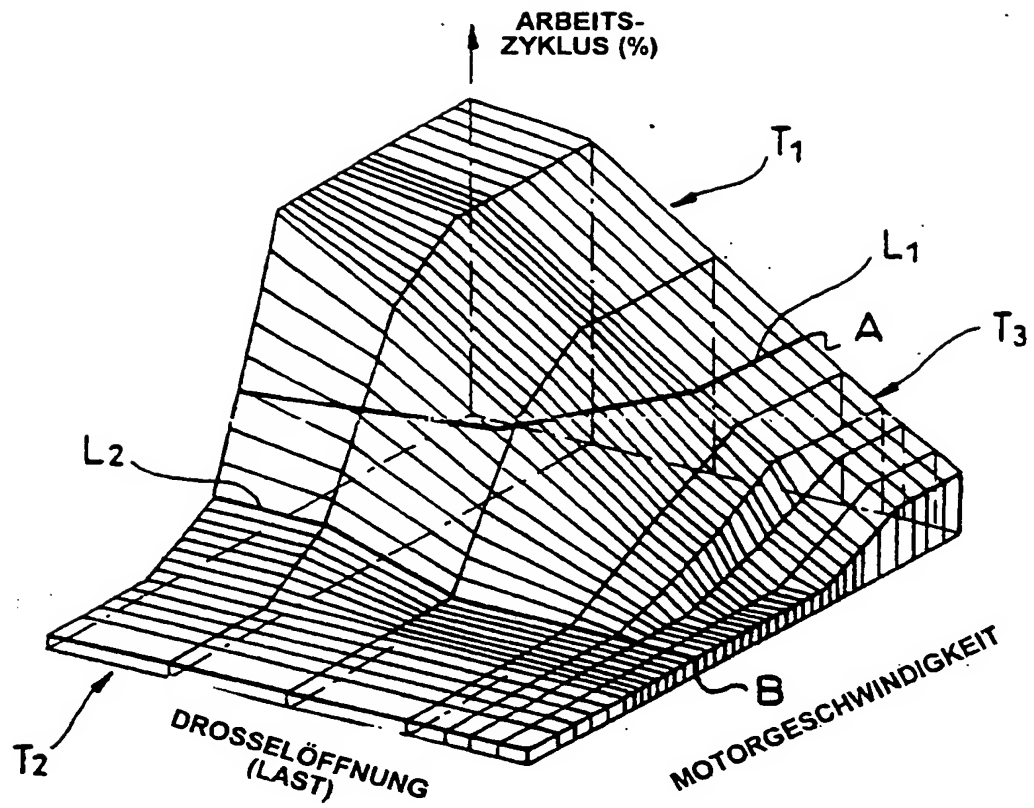


FIG. 4

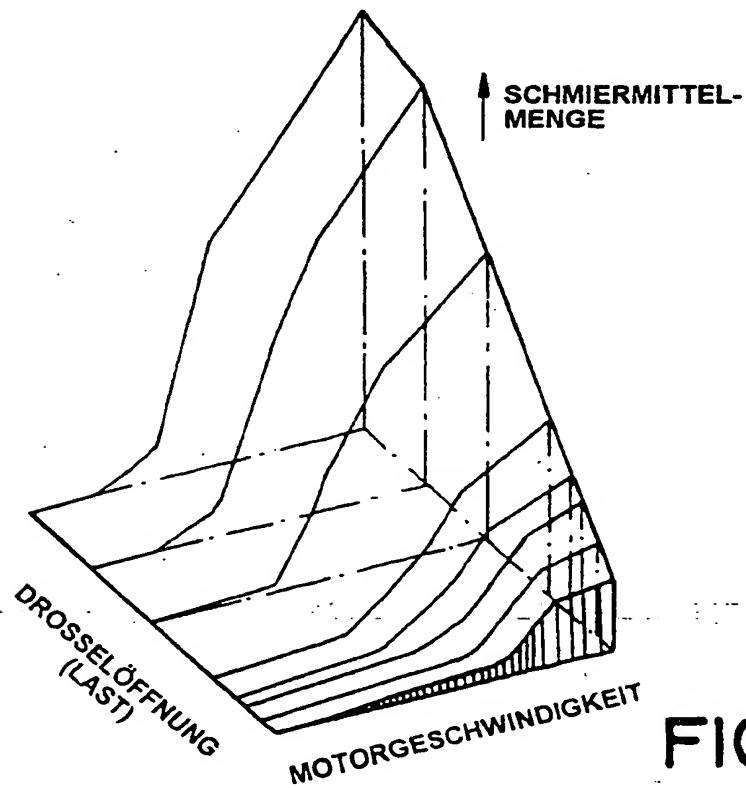
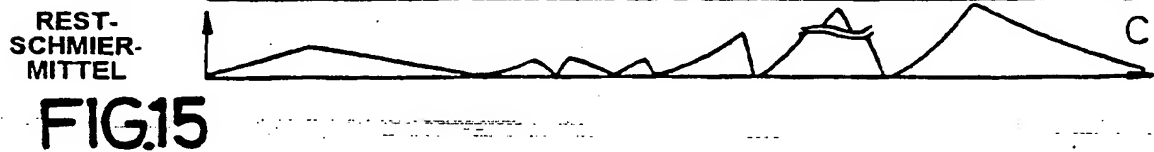
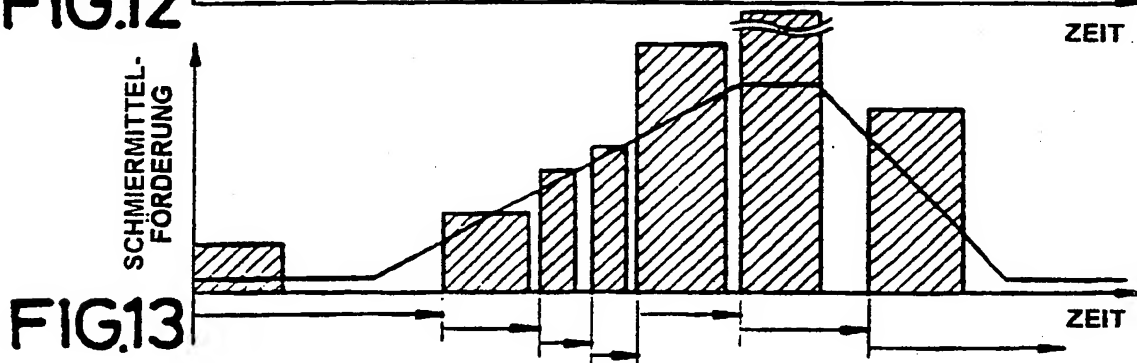
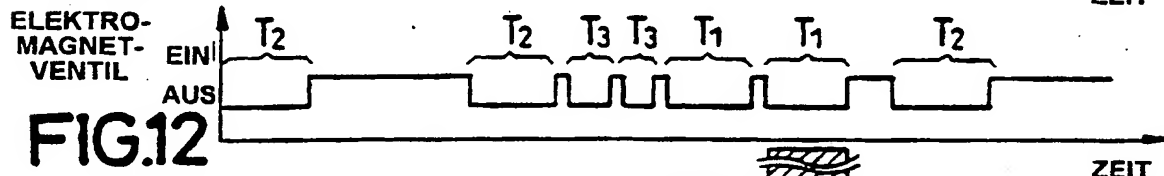
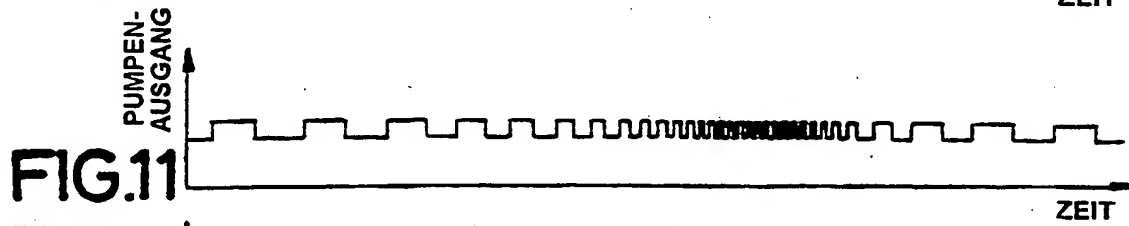
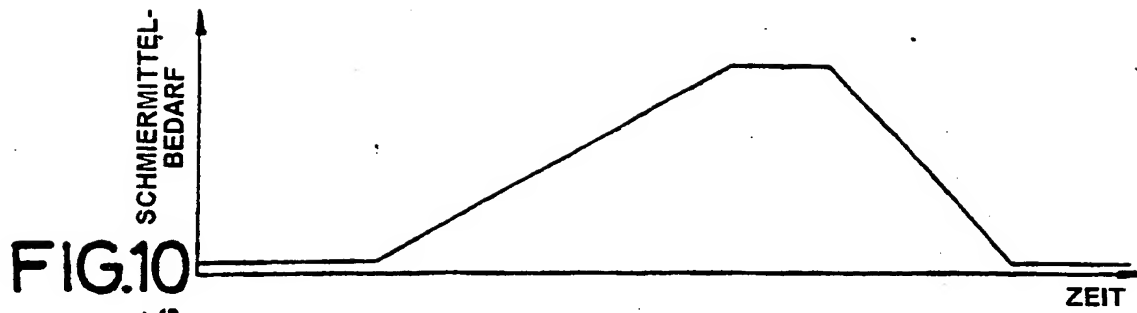


FIG. 5



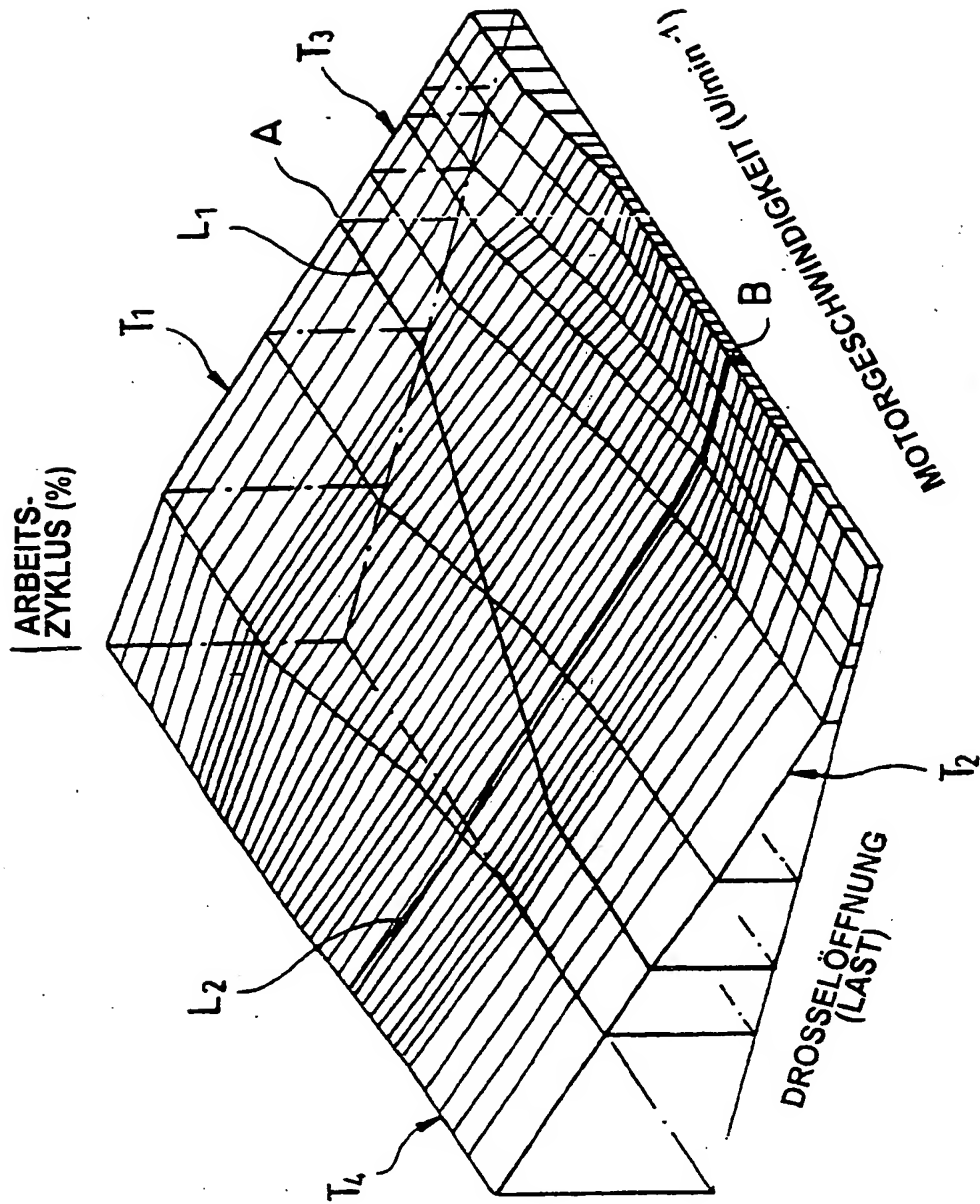


FIG.16

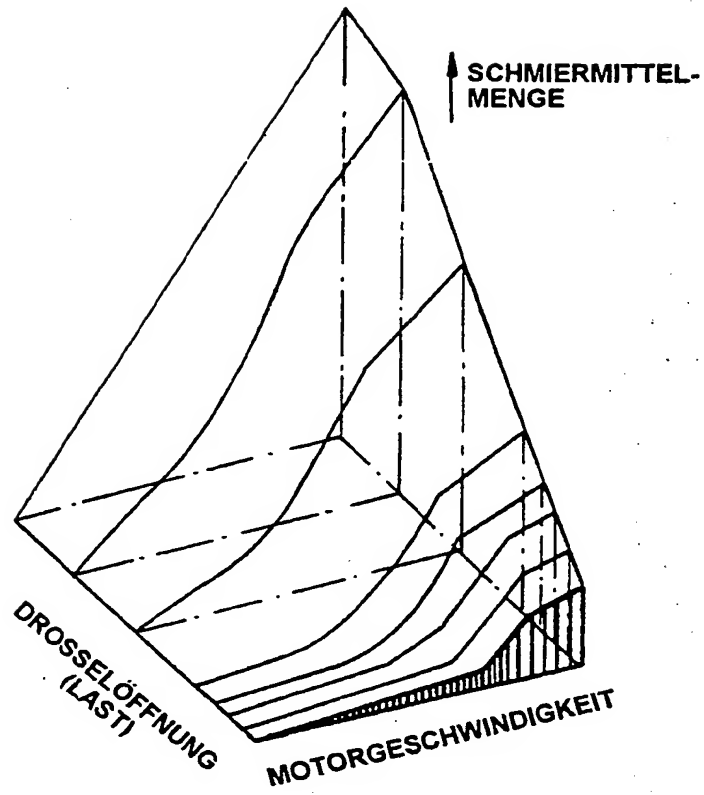


FIG.17

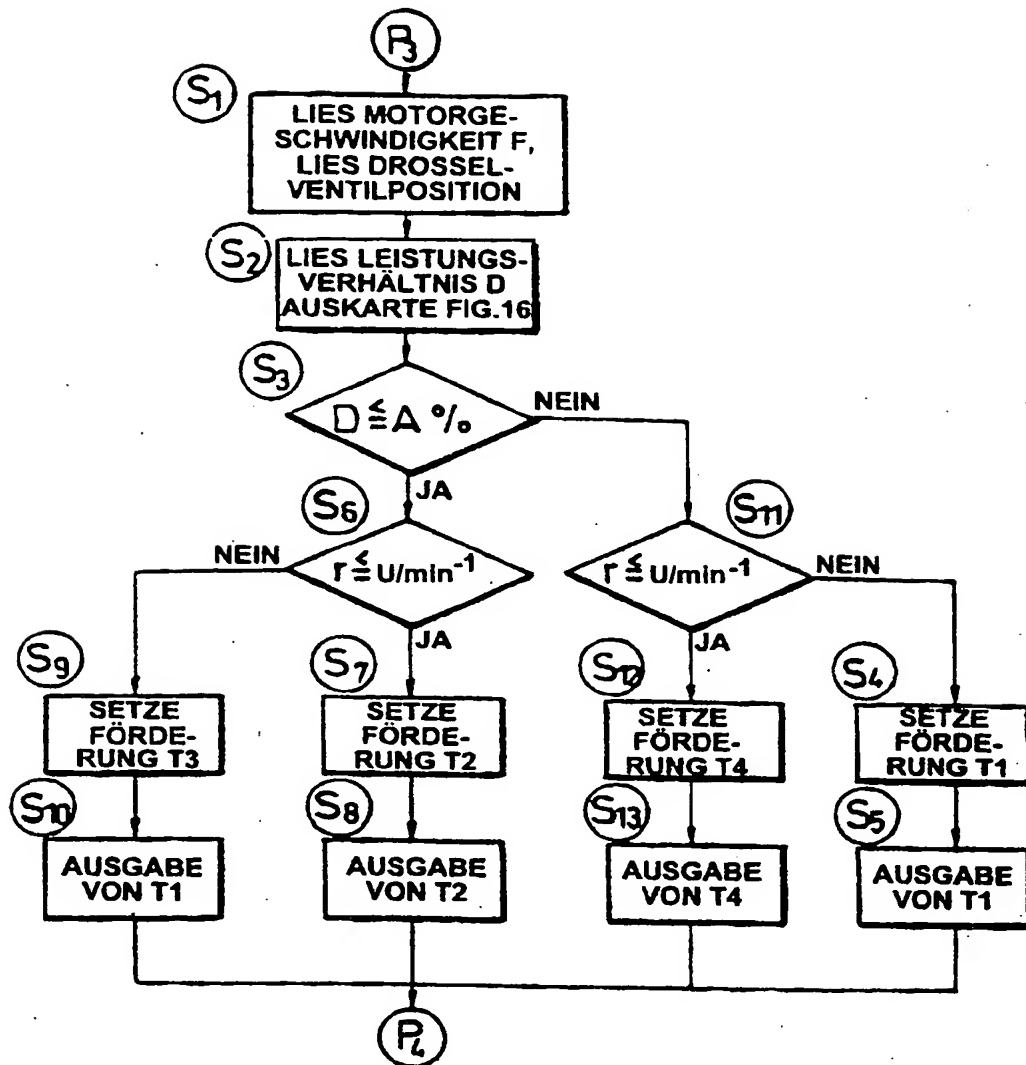


FIG.18

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**